UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER — ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE N° 81

ÉTUDE GÉNERALE

DES EAUX D'ALIMENTATION

DANS LE

BASSIN MOYEN DE L'AGLY

(Latour-de-France, Montner, Estagel et Tautavel)

ÉTUDE SPÉCIALE DE LA SOURCE SALINE DE FORADADE

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue devant l'Ecole supérieure de Pharmacie de Montpellier

Le Janvier 1912

POUR OBTENIR LE DIPLOME DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

(MENTION PHARMACIE)

PAR

Charles GUIU

PHARMACIEN DE 1re CLASSE

LAURÉAT DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

JURY : MM. JADIN, *Professeur, Président.*
ASTRUC, *Professeur-adjoint.*
TARBOURIECH, *Agrégé.*

MONTPELLIER
IMPRIMERIE MONTANE, SICARDI ET VALENTIN
Rue Ferdinand-Fabre et Quai du Verdanson
1912

ÉTUDE GÉNÉRALE

DES EAUX D'ALIMENTATION

DANS LE

BASSIN MOYEN DE L'AGLY

(LATOUR-DE-FRANCE, MONTNER, ESTAGEL ET TAUTAVEL)

ETUDE SPÉCIALE DE LA SOURCE SALINE DE FORADADE

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER — ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE N° 81

ÉTUDE GÉNERALE

DES EAUX D'ALIMENTATION

DANS LE

BASSIN MOYEN DE L'AGLY

(Latour-de-France, Montner, Estagel et Tautavel)

ÉTUDE SPÉCIALE DE LA SOURCE SALINE DE FORADADE

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue devant l'Ecole supérieure de Pharmacie de Montpellier

Le Janvier 1912

POUR OBTENIR LE DIPLOME DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER
(MENTION PHARMACIE)

ACAD. LAGO.BAT. BIBL.

PAR

Charles GUIU

PHARMACIEN DE 1re CLASSE
LAURÉAT DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

JURY : MM. JADIN, *Professeur, Président.*
ASTRUC, *Professeur-adjoint.*
TARBOURIECH, *Agrégé.*

MONTPELLIER
IMPRIMERIE MONTANE, SICARDI ET VALENTIN
Rue Ferdinand-Fabre et Quai du Verdanson
1912

Ecole Supérieure de Pharmacie de Montpellier

ADMINISTRATION

MM. G. MASSOL (I. P. ✿) . . . . . *Directeur.*
F. JADIN (I. P. ✿) . . . . . *Assesseur.*
E. IZARD (I. P. ✿) . . . . . *Secrétaire.*
H. GOT (I. P. ✿) . . . . . *Secrétaire honoraire.*

PROFESSEURS

MM. L. COURCHET (I. P. ✿). . . . *Histoire naturelle des médicaments. Botanique.*
G. MASSOL (I. P. ✿) . . . . . *Physique.*
C. ASTRE (I. P. ✿) . . . . . *Chimie générale.*
L. PLANCHON (I. P. ✿). . . . *Matière médicale.*
F. JADIN (I. P. ✿) . . . . . *Pharmacie.*
H. IMBERT (I. P. ✿) . . . . . *Chimie analytiq. et Toxicologie*
H. FONZES-DIACON (I. P. ✿). *Chimie minérale.*

PROFESSEUR ADJOINT

M. A. ASTRUC (I. P. ✿) . . . . . *Pharmacie galénique. Hydrologie.*

CHARGÉS DE COURS

MM. L. GAUCHER (I. P. ✿). . . . . *Botanique cryptogamique. Zoologie.*
P.-J. TARBOURIECH (I. P. ✿). *Chimie biologique. Chimie organique.*

AGRÉGÉS

MM. L. GAUCHER (I. P. ✿).
A. ASTRUC (I. P. ✿).
P.-J. TARBOURIECH (I. P. ✿).

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. M.-A. FAUCON (A. ✿) . . . . *Physique.*
A. JUILLET . . . . . *Histoire naturelle.*
FARRÉ. . . . . *Chimie et Pharmacie.*

NOTA. — L'École de Pharmacie n'accepte la responsabilité d'aucune des opinions émises par les candidats dans les Thèses ou Synthèses qui lui sont présentées.

MEIS ET AMICIS

A TOUS MES MAITRES
DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE
DE MONTPELLIER

C. GUIU.

AVANT-PROPOS

L'importance toujours croissante que prend journellement, au point de vue de l'hygiène des agglomérations, l'étude des eaux d'alimentation, nous a donné l'idée de grouper dans ce modeste travail, l'étude des eaux de consommation des communes de Latour-de-France, Montner, Estagel et Tautavel.

En consacrant nos loisirs à ce travail, nous avons cru faire œuvre utile en renseignant nos compatriotes sur la potabilité des eaux qu'ils consomment journellement.

Les eaux de la source de Foradade jouissant auprès d'eux de propriétés thérapeutiques utilisées très souvent, nous avons terminé notre thèse par la recherche de la composition chimique de ces eaux.

Nos recherches ont été faites sous la haute direction de M. le professeur Jadin, qui a bien voulu accepter la présidence de notre thèse. Nous l'en remercions.

Les analyses chimiques ont été faites sous la surveillance de M. le professeur-adjoint Astruc et dans son laboratoire. Nous le remercions des conseils amicaux qu'il n'a cessé de nous prodiguer pendant le cours de nos recherches.

La partie bactériologique a été faite dans le laboratoire de M. le professeur-agrégé Gaucher. Qu'il nous permette de le remercier pour avoir guidé nos pas hésitants dans le domaine de la bactériologie.

Voici rapidement esquissée la division de ce travail :

Introduction. — Généralités sur la composition des eaux.

PREMIÈRE PARTIE

Chapitre Premier. — Etude géographique et géologique de la région ;

Chapitre II. — Analyse chimique ;
Analyse bactériologique ;

Chapitre III. — Les eaux d'alimentation de Latour-de-France ;

Chapitre IV. — Les eaux d'alimentation de Montner ;

Chapitre V. — Les eaux d'alimentation d'Estagel ;

Chapitre VI. — Les eaux d'alimentation de Tautavel.

DEUXIÈME PARTIE

Etude spéciale de la source saline de Foradade

CONCLUSIONS

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE GÉNÉRALE

DES EAUX D'ALIMENTATION

DANS LE

BASSIN MOYEN DE L'AGLY

(Latour-de-France, Montner, Estagel et Tautavel)

INTRODUCTION

GÉNÉRALITÉS SUR LA COMPOSITION DES EAUX

Les eaux que l'on trouve dans la nature ne correspondent pas, par leur constitution, à la simple formule chimique H^2O. Leur composition est bien plus complexe. Elles contiennent, en effet, soit en dissolution, soit en suspension, des matériaux divers : ces matériaux sont les uns d'origine minérale, les autres d'origine organique. Parmi ces derniers on trouve des êtres vivants, végétaux ou animaux, et des résidus de décomposition d'êtres organisés.

Prenons l'eau au moment de sa condensation atmos-

phérique et de sa précipitation sur le sol. Au contact de l'air souillé de toutes les poussières de l'atmosphère, elle commence à se charger en principes étrangers.

Arrivée sur le sol, elle y pénètrera par infiltration si ce dernier est perméable, c'est-à-dire composé d'éléments disjoints ; s'il est imperméable, c'est-à-dire compact au point de refuser l'admission intérieure de toute goutte liquide, cette eau s'écoulera à la surface du sol par le ruissellement qui de proche en proche, de filet en filet, compose ruisseaux, rivières et fleuves.

Mais que cette eau pénètre dans le sol ou qu'elle séjourne à sa surface, elle rentrera toujours en contact avec des matériaux nouveaux. C'est pendant son infiltration ou son ruissellement qu'elle va dissoudre la plus grande partie des sels minéraux qu'elle contient.

La composition chimique des eaux est variable à l'infini ; elle est fonction de la nature géologique des terrains avec lesquels ces eaux ont été en contact.

Dans les régions granitiques, gneissiques, les eaux profondes ne doivent renfermer que quelques milligrammes de substances en solution ; des chiffres plus élevés doivent attirer l'attention sur l'apport artificiel et par conséquent suspect de ces substances.

Dans les terrains calcaires, on rencontre des eaux dont les compositions minérales sont des plus variées, suivant la teneur même des terrains calcaires, en sable, en marne, en argile, en gypse, en magnésie, etc., suivant aussi la profondeur à laquelle l'eau est puisée.

D'après Bonjean, l'eau des terrains calcaires contient, parmi d'autres éléments, une quantité assez élevée de carbonate de chaux ; ce quantum qui devrait être le plus fixe est lui-même variable suivant que l'eau a eu ou non le temps de se saturer, suivant les réactions plus ou

moins actives de la nitrification qui transforme le CO^3Ca en $(AzO^3)^2$ Ca suivant que ces terrains renferment plus ou moins d'acide carbonique libre.

Le nitrate de chaux, produit synthétique naturel, est en proportion variable, suivant que l'eau a séjourné dans le sol plus ou moins longtemps ; les eaux superficielles des cours d'eaux, des mares, en renferment peu ou pas ; les eaux bien épurées par le sol peuvent en contenir de grandes proportions.

Cette notion est ignorée de beaucoup d'hygiénistes qui condamnent certaines eaux pures parce qu'elles renferment des nitrates.

Il faut discerner l'origine de ces nitrates, qui peuvent être également l'indice d'apports étrangers à la nature du sol ; mais alors ces apports laissent d'autres empreintes, matières organiques, sels ammoniacaux, nitrites, qui ne sont pas comme les nitrates des produits de synthèse naturelle, mais proviennent généralement des résidus de l'homme et des animaux.

Les chlorures eux-mêmes peuvent être en proportion variable suivant les régions : aux bords de la mer, par exemple, leurs proportions élevées s'expliquent naturellement.

La proportion des sulfates est aussi extrêmement variable. Elle dépend de la teneur en sulfate de chaux (gypse, plâtre) du terrain où l'eau s'est élaborée.

L'analyse chimique, avec tous ses procédés de recherches et de dosages, permettra de trouver très exactement les quantités de sels minéraux que les études géologiques des terrains auront fait pressentir.

Nous avons dit qu'indépendamment des sels tenus en dissolution, l'eau tenait en suspension des êtres orga-

nisés vivants, qu'elle a entraînés dans son passage soit dans l'atmosphère, soit dans le sol.

Les uns appartiennent aux familles des algues, des infusoires, etc. ; nous les laisserons de côté dans cette étude. Les autres appartiennent à la grande famille des bactéries, microorganismes infiniment petits, dont la longueur égale à peine quelques millièmes de millimètre.

Parmi ces microorganismes, les uns, et c'est heureusement le plus grand nombre, sont complètement inoffensifs, les autres sont doués de propriétés nuisibles pour l'organisme humain : ce sont les microbes pathogènes.

Tandis que les germes inoffensifs se trouvent normalement dans les eaux, la présence des microbes pathogènes n'y est qu'accidentelle. Nombreuses sont les causes de leur destruction : la lumière, la chaleur, la présence même des bactéries vulgaires avec lesquelles elles vivent en concurrence, les font rapidement disparaître.

Les germes pathogènes qui contaminent le plus souvent les eaux sont ceux qui sont rejetés par l'organisme des malades avec les matières fécales, soit que celles-ci se déversent dans des cours d'eaux, soit que leur abandon ou un mauvais mode de collectionnement leur permettent d'être entraînées par les pluies ou de passer d'une fosse d'aisance dans un puits.

L'analyse bactériologique permet de compter le nombre de germes contenus dans les eaux. Cette numération est très utile lorsqu'il s'agit de comparer entre elles des eaux voisines d'une même région. Elle fournit des renseignements indispensables pour la surveillance de la pureté des eaux.

Mais en dehors du nombre des germes, il faut aussi envisager les espèces. C'est encore l'analyse bactériolo-

gique qui nous permet de reconnaître les divers germes pathogènes ou non que l'on rencontre dans les eaux.

A côté de bactéries pathogènes très virulentes, comme celles de la fièvre typhoïde et du choléra par exemple, on en trouve d'autres dont la recherche a aussi une grande importance.

Le coli-bacille, les bactéries putrides se rencontrent toujours dans les eaux souillées par des matières fécales. Même si l'on admet que ces germes n'ont par eux-mêmes aucune action pathogène, leur présence dans une eau est digne d'attirer l'attention.

Cependant la présence de quelques coli-bacilles dans une eau ne doit la faire rejeter que si, à côté de l'analyse bactériologique, l'analyse chimique fournit un ensemble de résultats indiquant une eau suspecte. Si cette eau présente des matières organiques abondantes, une forte quantité de chlorures, une quantité notable de composés ammoniacaux et de phosphates, il faudra alors attacher à ce coli-bacille une réelle importance et considérer l'eau qui le recèle comme souillée par des matières fécales et capable à un moment donné de véhiculer des germes pathogènes.

Il est aisé de voir, par cet exposé rapide, que l'étude géologique des terrains traversés par les eaux, l'analyse chimique et l'analyse bactériologique de ces eaux sont autant de procédés d'investigation qui se complètent et qui permettent à l'hygiéniste de se prononcer sûrement sur la potabilité d'une eau, alors que chacune de ces sciences prise à part ne peut donner que des résultats incomplets.

CHAPITRE PREMIER

ETUDE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE DES COMMUNES DE LATOUR-DE-FRANCE, MONTNER, ESTAGEL TAUTAVEL ET DU BASSIN SUPÉRIEUR DE L'AGLY

Situation géographique. — Les communes de Latour-de-France, Montner, Estagel et Tautavel sont situées dans le département des Pyrénées-Orientales, l'arrondissement de Perpignan et le canton de Latour-de-France.

Toutes quatre sont comprises dans le bassin de l'Agly ou de ses affluents. Les trois premières sont sur la rive droite. Latour-de-France et Estagel sont baignées par cette rivière, tandis que Montner est à 2 km 500 environ de ses bords. Tautavel se trouve placé sur la rive gauche du Verdouble, qui est un affluent de la rive gauche de l'Agly.

L'Agly, autrefois *Flumen Aquilinum*, est une petite rivière qui prend sa source sur le versant N.-E. du pic de Bugarach et qui va se jeter dans la mer Méditerranée après un parcours de 70 kilomètres.

Cette rivière, qui est le déversoir méridional des Corbières, entre dans le département des Pyrénées-Orientales par une étroite coupure creusée dans un des contreforts des Corbières orientales. Elle coule dans une vallée très étroite, surtout dans la partie supérieure de son

parcours. Sa direction est parallèle à la chaîne des Pyrénées.

Sur un parcours de 25 kilomètres, elle suit une vallée très resserrée après avoir franchi les gorges calcaires de Saint-Antoine-de-Galamus, et l'étroit défilé de La Fou ; entre Latour-de-France et Estagel, elle traverse une plaine de 4 kilomètres de long sur 3 de large.

Entre ces deux petites villes, les eaux de l'Agly disparaissent partiellement sous des sables perméables, pour ne reparaître qu'en plus faible quantité à Cases-de-Pène. D'après des fouilles faites à Opoul par M. Rossin, ingénieur hydrologue, ces eaux prendraient la direction de Salses en passant souterrainement par Opoul, sous la chaîne de montagnes qui relie ces deux points.

Tout récemment, pendant l'été 1909, un entrepreneur, M. Roquet Lalanne, fit, dans le lit de l'Agly, à un kilomètre en aval d'Estagel, des fouilles pour retrouver le courant souterrain signalé par M. Rossin. En cas de succès, ce courant devait être canalisé pour servir à l'irrigation des plaines de Rivesaltes et de la Salanque, mais ces recherches furent abandonnées faute de résultats.

Etude géologique. — Cette étude géologique est tirée de l'ouvrage de M. Carez : « *Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France. La géologie des Pyrénées françaises,* fascicule V. Feuilles de Prades, Quillan, Carcassonne, avec la collaboration de M. Bresson et M. Mengel. » Elle comprendra un aperçu rapide sur les terrains de la région décrits par ordre d'ancienneté.

Au point de vue géologique, l'étude de ces formations se rattache à celle du massif des Corbières dont elles constituent les derniers contreforts à l'est et au sud.

Les Corbières se sont détachées des Pyrénées au N.-O. de Montlouis, au mont Carlitte, presque aux sources de l'Aude. L'époque de leur soulèvement a été longuement discutée. D'après M. Déperet, doyen de la Faculté des sciences de Lyon, le relief de la plus grande partie des Corbières aurait été déterminé au milieu de la période pliocène.

Le groupe des terrains primaires est représenté dans la région qui nous intéresse par une bande de schistes cristallins débutant à Montner et se poursuivant par Caramany, Lesquerde, Ansignan, Saint-Martin jusqu'au sud de Fenouillet où elle disparaît sous les couches secondaires. Cette bande est formée de gneiss à gros cristaux à la partie méridionale et de gneiss feuilletés dans le reste de son étendue. A leur partie orientale, ces gneiss sont recouverts par des schistes argileux auxquels ils passent sensiblement. Cette bande contient aussi des filons de granite anciens, de granulite et de pegmatite.

A Montner, les schistes argileux succèdent directement aux schistes cristallins, avec passage insensible par apparition progressive des éléments cristallins. Ces schistes paraissent se rapporter au précambrien.

Dans les environs de Latour-de-France, se trouvent des schistes bruns ordoviciens, puis en avançant vers le Nord, au mas Capitoul, des schistes noirs, probablement gothlandiens.

Le système triasique est très répandu dans la vallée de l'Agly. Entre Caramany et Rasiguères, sur la rive gauche de l'Agly, on a exploité autrefois une carrière de gypse. Cette roche, accompagnée de quelques calcaires et de marnes, repose directement sur les schistes cristallins. On trouve encore le trias le long du sentier allant du pont de la Fou à Saint-Martin, au pont de la Fou, à Lesquerde,

sous forme de gypses, marnes rouges, marnes crétacées.

Au sud d'Estagel, le long du ravin de la Grave, à la limite du primaire et du calcaire liasique, quelques marnes à couleurs vives pourraient représenter le trias.

Le système jurassique est formé par une bande allant de Belcaire à Estagel. Il repose régulièrement et en stratifications concordantes sur le trias ; parfois, cet étage manquant, il se trouve directement sur les schistes cristallins (région de St-Martin, Lansac, Latour-de-France). A la partie supérieure, la dolomie est recouverte en concordance par l'aptien malgré l'énorme lacune qui existe entre ces deux terrains : parfois cependant, l'aptien repose sur le lias inférieur ou moyen, mais dans ce cas, assez rare, il y a discordance mécanique et non discordance de dépôt. En certains points, les différents étages du jurassique sont recouverts en discordance de dépôt par le cénomanien.

Le crétacé inférieur se compose de trois roches : calcaires compacts, calcaires marneux gris et calcaires marneux schisteux noirs.

A l'est d'Estagel, on trouve des calcaires compacts, gris-clairs, presque blancs à la surface, mais ils prennent néanmoins une teinte grise assez foncée. Ce calcaire est très fréquemment bréchoïde, mais ses brèches sont uniquement formées d'éléments empruntés au crétacé inférieur lui-même ; elles semblent le résultat d'actions mécaniques postérieures au dépôt. Ces calcaires sont assez fréquemment pétris de fossiles, presque toujours indéterminables ; les plus abondants sont les polypiers, les orbitolines et les toucasia, ces derniers surtout concentrés à la partie supérieure.

Très souvent semi-cristallin, le calcaire compact se

présente complètement cristallisé aux alentours d'Estagel : il contient alors des cristaux de couzéranite.

Le groupe tertiaire est représenté par un affleurement de conglomérats recouvrant l'extrémité orientale du plateau de Latour-de-France. Il y a aussi des cailloux sur les calcaires du nord d'Estagel.

Ces affleurements sont toujours constitués par une alternance de conglomérats et d'argiles sableuses jaunes ou rouges ; les cailloux des conglomérats sont calcaires, de grosseur moyenne et leur pâte grossière est principalement quartzeuse.

Le système quaternaire est représenté, entre Latour-de-France et Estagel, par une plaine d'une certaine étendue couverte d'alluvions récentes.

Signalons enfin, dans le territoire qui nous occupe, la présence de nombreux gisements de minerai de fer. Le fer s'y trouve à l'état de fer oligiste et de limonite.

Des filons de fer oligiste inexploités se trouvent dans les terrains schisteux des environs de Montner. A Latour-de-France et dans ses environs, à Estagel, existent des gisements très abondants de limonite qui sont actuellement exploités.

Avant de terminer cet aperçu géologique, nous allons indiquer la nature des terrains formant le lit de l'Agly et de ses affluents.

Le lit de l'Agly, à partir du pic de Bugarach jusqu'à Espira de l'Agly, est formé de roches schisteuses avec superposition de roches calcaires compactes en général ; en quelques points seulement on rencontre du tuf et aussi du gypse.

Dans le cirque de Saint-Antoine-de-Galamus, on rencontre quelque peu de poudingues sur une longueur d'environ 300 mètres. A partir de ce point, l'Agly coule sur des schistes aptiens jusqu'au pont de La Fou. Là, les calcaires

compacts reparaissent, supportés par des masses de tuf. Du pont de La Fou au barrage de Saint-Arnac, on trouve des roches granitiques dans lesquelles le feldspath domine. C'est dans cette même région que l'on rencontre des gisements ophitiques.

De Saint-Arnac à Ansignan, le lit est tantôt calcaire, tantôt granitique. A 500 mètres d'Ansignan, au point où la Desix se jette dans l'Agly, celle-ci roule ses eaux sur des bancs de carbonate de chaux cristallin, très estimé pour les ouvrages d'art. Le lit graniteux alterne, dans cette contrée, avec les variétés de calcaires compacts ; mais ici, il se prolonge, en traversant toute la région comprise entre Ansignan et Latour-de-France.

A Latour-de-France, sur une certaine partie du territoire de cette commune et surtout sur celui d'Estagel, jusqu'à Cases-de-Pène, on reprend le lit calcaire.

Depuis sa source jusqu'à Estagel, en outre de nombreux ravins presque toujours à sec, l'Agly possède quatre affluents assez importants. Deux sont sur la rive droite : la Boulzanne et la Desix ; les deux autres sont sur la rive gauche : la rivière de Maury et le Verdouble.

La Boulzanne a creusé son lit dans un terrain presque entièrement formé par des schistes aptiens, des marnes et des calcaires néocomiens.

La Desix coule sur des granits, des gneiss et des micaschistes.

La rivière de Maury, dans son tiers supérieur, suit un terrain formé de marnes et de calcaires néocomiens appartenant au groupe lacustre ; dans ses deux tiers inférieurs, son lit est constitué par des dépôts quaternaires et modernes.

Le Verdouble, qui passe au pied de Tautavel, serpente tantôt sur du crétacé de formation supérieure, tantôt sur des dépôts, tantôt enfin sur des marnes de calcaires néocomiens.

CHAPITRE II

I

ANALYSE CHIMIQUE

Généralités. — L'analyse chimique d'une eau doit comprendre :

1° L'étude de son altérabilité ;
2° Le dosage des gaz dissous dans l'eau ;
3° Le dosage des sels minéraux ;
4° Le dosage des matières organiques.

Notre travail sur les eaux d'alimentation de Latour-de-France, Montner, Estagel et Tautavel n'ayant pour but, au point de vue chimique, que de faire connaître leur constitution minérale, et d'indiquer la quantité de souillures organiques qu'elles peuvent contenir, nous nous sommes contenté de faire le dosage des sels minéraux et des matières organiques.

Voici l'exposé rapide de la technique opératoire que nous avons suivie pour procéder à l'analyse chimique de ces eaux :

Prise et transport des échantillons. — Les échantillons d'eau destinés à l'analyse chimique ont été prélevés dans des litres en verre blanc, bouchés avec des bouchons de

liège neufs et paraffinés. Préalablement, ces bouteilles avaient été lavées à l'acide sulfurique, à l'eau distillée, puis avec une solution de permanganate de potasse additionnée d'acide sulfurique pour brûler les matières organiques restées adhérentes aux parois internes ; avant la prise d'échantillons, elles avaient été lavées plusieurs fois avec l'eau à analyser.

Détermination du résidu fixe. — Elle a été faite sur 1.000 cc. d'eau dans une capsule de platine préalablement tarée. L'évaporation a été faite au bain-marie. La capsule avait été recouverte par un entonnoir pour éviter la souillure de l'eau par les poussières du laboratoire. Le résidu obtenu a été chauffé à 180° dans une étuve, jusqu'à poids invariable ; l'augmentation du poids de la capsule a donné le poids de résidu fixe.

Perte au rouge. — La capsule a été ensuite portée au rouge vif sur une lampe à calcination (lampe éolipyle de M. le docteur Paquelin, à essence minérale, servant de bec Bunsen, fonctionnant sans mèche, donnant une température de 1200 degrés, avec régulateur pour la flamme) On a laissé refroidir la capsule, puis son contenu a été légèrement arrosé avec une solution de carbonate d'ammoniaque au 1/10. Après évaporation au bain-marie de l'excès de liquide, la capsule a été portée au rouge sombre et pesée après refroidissement La différence entre le poids obtenu et celui de la première opération représente, en grande partie, les matières organiques, plus la perte subie par la décomposition de certains sels.

Dosage du chlore. — Il a été dosé dans 1000 cc. d'eau et à l'état de chlorure d'argent.

La précipitation par l'azotate d'argent, en suivant la

méthode classique, donne un poids déterminé de chlorure d'argent duquel on a déduit la teneur de l'eau en chlore.

Dosage de la silice. — La silice a été dosée sur le résidu laissé par la détermination des éléments fixes.

Ce résidu a été traité plusieurs fois à l'eau distillée, acidulée par HCl. La masse a été portée ensuite pendant une heure dans une étuve chauffée à 130°. La silice a été ainsi insolubilisée. On la recueille alors sur un filtre, en ayant soin de la séparer des autres éléments, que l'on dissout dans l'eau acidulée par HCl. Le résidu de silice, séché, calciné et pesé, représente SiO^2 contenu dans un litre d'eau.

Dosage du fer et de l'alumine. — Ces deux éléments ont été dosés ensemble à cause de leur faible quantité.

Les eaux de lavage provenant du dosage de la silice ont été chauffées en présence d'un léger filet d'acide nitrique. En ajoutant ensuite de l'ammoniaque jusqu'à réaction nettement alcaline, le fer et l'alumine ont été précipités à l'état d'hydrates.

Le précipité est recueilli sur un filtre, séché, calciné et pesé. On a ainsi le poids de $Fe^2O^3 + Al^2O^3$.

Dosage de la chaux. — La chaux a été précipitée dans le liquide provenant du traitement précédent au moyen de l'oxalate d'ammoniaque en excès en présence de chlorhydrate d'ammoniaque, qui empêche la précipitation de la magnésie.

L'oxalate de chaux obtenu est recueilli sur un filtre, lavé, séché, calciné et transformé en sulfate de chaux, que l'on pèse. Le poids de SO^4Ca trouvé est transformé en CaO.

Dosage de la magnésie. — Dans la liqueur d'où l'on vient d'isoler la chaux, on précipite la magnésie à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

On laisse déposer le précipité pendant 24 heures dans un endroit frais. On le recueille ensuite sur un filtre, on le lave à l'eau ammoniacale à 1/5, on sèche et calcine dans une capsule tarée. La calcination transforme le phosphate ammoniaco-magnésien en pyrophosphate de magnésie, duquel on déduit le poids de MgO.

Recherche de l'ammoniaque. — Cette recherche a été faite par la méthode de Trillat et Turchet.

Dans un tube à essai, on met de 20 à 30 cc. de l'eau à analyser ; on l'additionne de cinq à six gouttes d'une solution d'iodure de potassium à 10 0/0 et de deux gouttes d'une solution concentrée d'hypochlorite alcalin. Lorsque la quantité d'ammoniaque contenue dans l'eau est supérieure à deux milligrammes, on voit se former aussitôt de l'iodure d'azote, qui apparaît sous la forme d'un précipité brun noirâtre.

Recherche des nitrites. — Elle a été faite en mettant dans un ballon 100 cc. de l'eau à analyser, que l'on additionne de 50 cc. de réactif de Griess (à base de phénylène diamine) et que l'on chauffe ensuite au bain-marie. La présence des nitrites est indiquée par une coloration jaune.

Recherche des phosphates. — La présence des phosphates dans une eau d'alimentation doit la rendre suspecte et l'on doit alors rechercher leur origine. Leur recherche est faite au moyen du nitro-molybdate d'ammoniaque en milieu franchement azotique. A 50 cc. d'eau, on ajoute 5 cc. du réactif molybdique et l'on maintient pendant quel-

ques heures à 50 degrés. La formation d'un précipité jaune indique la présence des phosphates. La production d'une coloration jaune ne suffit pas à caractériser leur présence, car les silicates donnent aussi cette coloration.

Dosage de l'acide azotique. — L'acide nitrique, dont la présence a été révélée dans le résidu de l'évaporation des eaux par la brucine en présence d'une goutte d'acide sulfurique qui donne une coloration rose, a été dosée par le procédé de Schlœsing.

Ce procédé est basé sur la transformation de l'acide azotique en bioxyde d'azote lorsqu'on le chauffe avec une solution de protochlorure de fer en présence de HCl.

Du volume de bioxyde d'azote obtenu et corrigé à 0 degré et à 760 mm. de pression on déduit le poids d'acide azotique.

Dosage des sulfates. — Il a été fait sur 500 cc. d'eau, additionnée de 1 cc. de HCl et évaporée au bain-marie jusqu'à réduction à 50 cc. environ. La précipitation des sulfates a été faite au moyen du chlorure de baryum. Du poids de sulfate de baryte obtenu a été déduit le poids de SO^3 correspondant.

Dosage des matières organiques. — Ce dosage se fait habituellement dans deux conditions : en milieu alcalin et en milieu acide.

Dans le premier cas, on opère en oxydant par le permanganate de potasse les matières organiques de l'eau, à laquelle on a ajouté une solution de bicarbonate de soude. C'est là le procédé Albert Lévy, que nous avons employé dans nos analyses.

On fait deux opérations : la première sur 100 cc. d'eau

et la deuxième sur 200 cc. La différence entre les deux résultats obtenus donne la quantité d'oxygène absorbé en solution alcaline par 100 cc. de l'eau analysée.

Dans le dosage en solution acide, l'oxydation se fait sur de l'eau acidulée par l'acide sulfurique.

Hydrotimétrie. — L'analyse hydrotimétrique est une méthode rapide permettant de reconnaître la dureté d'une eau, c'est-à-dire la quantité de sels terreux qu'elle contient.

Ce procédé d'analyse ayant perdu beaucoup de son importance, nous nous sommes contenté de déterminer par cette méthode :

1° Le degré hydrotimétrique total ;

2° Le degré hydrotimétrique permanent, c'est-à-dire après ébullition de l'eau pendant une demi-heure. L'eau bouillie ainsi est ramenée à son volume primitif par addition d'eau distillée.

Ces déterminations sont faites au moyen d'une liqueur alcoolique de savon préparée d'après les procédés classiques et dosée à l'aide d'une solution de chlorure de baryum titrée à 0 gr. 55 0/00.

Degré alcalimétrique. — Il renseigne sur la teneur des eaux en carbonates alcalino-terreux.

Le titrage se fait sur 100 cc. d'eau au moyen d'une solution décinormale de SO^4H^2 en présence de deux à trois gouttes d'une solution aqueuse d'orangé Poirier numéro 3. Le virage de ce réactif du jaune brun au rose indique la fin de la réaction.

Les résultats sont exprimés en acide sulfurique.

Voici, d'après le Comité consultatif d'hygiène de France, le tableau indiquant les limites de la teneur d'une eau potable en ses divers éléments ;

SUBSTANCES	EAU TRÈS PURE	EAU POTABLE	EAU SUSPECTE	EAU MAUVAISE
Degré hydrotimétrique total...	5° à 15°	15° à 30°	Plus de 30°	Plus de 100°
— — permanent.	2° à 5°	5° à 12°	12° à 18°	Plus de 20°
Résidu fixe à 110°	Moins de 150mg	Moins de 400mg	De 400 à 700mg	Plus de 700 mg
Chlorures (en Cl)	Moins de 15mg	Moins de 40mg	De 50 à 100mg	Plus de 100 mg
Acide sulfurique (en SO^3).....	2 à 5 millg.	5 à 30mg	Plus de 30mg	Plus de 50mg
Matières organiques en oxygène emprunté au permanganate en milieu alcalin.....	Moins de 1mg	Moins de 2mg	De 3 à 4mg	Plus de 4mg
Nitrates.....	0	De 0 à 15mg	De 15 à 30mg	Plus de 30 mg
Nitrites.....	0	0	Traces	Quantité appréciable
Ammoniaque albuminoïde.....	Moins de 0.05	De 0.05 à 0.10	De 0.10 à 0.15	Plus de 0.15

II

ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE

Généralités.— L'analyse bactériologique met en lumière les souillures banales d'une eau et permet, en outre, d'y rechercher la présence d'un certain nombre de microbes pathogènes.

Elle comporte trois séries d'opérations :

1° La numération des germes (analyse quantitative) ;

2° La détermination des espèces dominantes ;

3° La recherche de certaines bactéries pathogènes.

Dans l'étude des eaux que nous avons entreprise, nous nous sommes occupé particulièrement de la numération des germes aérobies et de la recherche du coli-bacille.

Le nombre des germes contenus dans une eau ne suffit pas pour se prononcer sur la qualité de cette eau. Cette qualité dépend surtout de la nature de ces germes.

Cependant, certains hygiénistes classent les eaux d'après le nombre de germes qu'elles contiennent.

Voici les classifications données par Miquel et Macé et basées sur la teneur en microbes :

Classification de Miquel.

	Bactéries par cmc
Eau excessivement pure . . .	0 à 10
Eau très pure	10 à 100
Eau pure	100 à 1 000
Eau médiocre.	1.000 à 10 000
Eau impure	10 000 à 100.000
Eau très impure.	100.000 et au-delà.

Classification de Macé.

	Bactéries par cmc
Eau très pure.	0 à 20
Eau très bonne	20 à 100
Eau bonne.	100 à 200
Eau médiocre.	200 à 500
Eau mauvaise.	500 à 1.000
Eau très mauvaise	1.000 à 10.000

Baucher admet des limites plus larges s'il s'agit d'espèces banales à développement lent ; au contraire, il est très sévère quand il s'agit de germes suspects à développement rapide et à dégagement de gaz infects.

La mise en évidence dans les eaux de la présence du bacille d'Eberth étant très difficile, nous nous sommes contenté de ne faire que la recherche du coli-bacille.

La signification de la présence du coli-bacille dans les eaux a donné lieu à des interprétations très nombreuses. Les uns lui accordent la valeur d'un germe pathogène, d'autres ne voient en lui qu'un vulgaire saprophyte. Si on ne doit pas le considérer comme un germe pathogène, il faut du moins voir en lui un germe suspect.

Dans certaines circonstances, qui nous sont encore inconnues, il peut devenir virulent et être l'agent de certaines affections pathologiques : les entérites, le choléra nostras, le choléra infantile, les dyssenteries lui sont particulièrement imputés.

Faut-il alors rejeter une eau dans laquelle on a constaté la présence de quelques coli-bacilles ? S'il en était ainsi, la majeure partie des eaux potables serait à rejeter, ce qui serait évidemment exagéré.

Les auteurs qui se sont occupés de cette question, et en particulier Kaiser, Hugemann et Vincent, attachent une

grande importance au nombre de coli-bacilles contenus dans les eaux.

Voici la gamme donnée par Vincent qui permet la classification des eaux potables d'après leur teneur en coli-bacilles par litre :

Eau pure	Pas de coli.
— assez bonne	10 à 50
— passable, médiocre (à surveiller) . . .	50 à 100
— mauvaise (impropre à la consommation).	1.000 à 10.000
— dangereuse (sûrement souillée par des matières fécales)	au-dessus de 10.000

Prélèvement. — Il a été fait dans des flacons stérilisés de 200 cc. Ces flacons avaient été soigneusement rincés, séchés, puis bouchés à la ouate et stérilisés au four de Pasteur.

Au moment de recueillir l'eau, l'orifice de la fiole a été flambé et le tampon de ouate enlevé. Le remplissage a été effectué le plus rapidement possible ; les flacons ont été ensuite bouchés avec des bouchons de liège fin, neufs, dont la surface a été flambée jusqu'à léger charbonnement dans la flamme d'une lampe à alcool. Les bouchons ont été soigneusement enfoncés, coupés au ras du goulot et recouverts de cire.

Les bactéries se multipliant très rapidement à la température ordinaire, nous les avons transportés jusqu'au laboratoire en les maintenant à une température voisine de zéro.

A cet effet, chaque flacon a été mis dans un étui en métal, chaque étui a été ensuite placé dans une boîte en fer blanc contenant de la glace concassée en gros fragments. Cette boîte a été placée elle-même dans une deuxième boîte en bois de plus grandes dimensions, qui

reçoit, autour de la première, de la sciure de bois modérément tassée.

Ensemencements et numération. — Les ensemencements ont été faits avec l'eau pure, l'eau diluée au 1/10 et l'eau diluée au 1/100. Les dilutions ont été faites dans des flacons à fond plat, contenant les uns 9 cc. d'eau distillée, les autres 99 cc. Ces ballons ont été stérilisés à 120 degrés pendant un quart d'heure dans une autoclave.

Après refroidissement complet, à l'aide d'une pipette stérilisée d'une contenance de 1 cc., nous avons ajouté dans chaque ballon 1 cc. de l'eau à analyser. Nous avons eu ainsi des dilutions à 1/10 et à 1/100.

En même temps, nous avons fait fondre au bain-marie à 35 degrés 10 cc. de gélatine placée dans des tubes en verre, le tout étant préalablement stérilisé. Dans chacun de ces tubes, nous avons ajouté, à l'aide d'autres pipettes stérilisées, soit 1 cc. de l'eau pure, soit 1 cc. de chacune des dilutions.

Après mélange, le contenu de chaque tube a été coulé dans des boîtes de Pétri stériles.

En se solidifiant, la gélatine emprisonne les bactéries, qui sont obligées de pousser là où elles se trouvent. Les boîtes de Pétri sont ensuite placées dans une étuve chauffée entre 18 et 22 degrés.

Elles y sont restées pendant un nombre de jours variant avec l'activité des bactéries liquéfiantes.

La numération a été faite journellement et arrêtée avant l'envahissement de toute la plaque par les germes liquéfiants. Le nombre de germes, multiplié par le titre de la dilution, donne le nombre de microbes contenus dans 1 cc. de l'eau analysée.

Une moyenne a été faite entre les trois ensemencements.

Rcherche des bacilles suspects. — La recherche du colibacille a été faite en mettant à profit la propriété qu'il a de se développer en milieu légèrement phéniqué. C'est là la méthode de Péré.

Le passage en milieu phéniqué élimine la plus grande partie des germes insignifiants et surtout les liquéfiants ; nous avons recherché quel est le plus petit volume d'eau nécessaire pour obtenir une culture dans ce milieu.

Les ensemencements ont été faits dans du bouillon phéniqué à 0,75 pour 1000.

Nous avons pris, pour chaque échantillon, vingt tubes de bouillon phéniqué stérilisés. Dans chacun d'eux, à l'aide de pipettes stériles donnant vingt gouttes au centimètre cube, nous avons ensemencé une goutte de l'eau à étudier.

De plus, nous avons mis dans un ballon 10 cc. de bouillon phéniqué et 10 cc. de l'eau à analyser ; dans un deuxième ballon, 20 cc. de bouillon phéniqué et 20 cc. de l'eau à analyser.

Tous ces ensemencements ont été portés pendant un minimum de quatre jours à l'étuve à 41 degrés.

Quand un trouble a été produit, nous avons ensemencé dans des tubes de bouillon peptonisé phéniqué et nous avons ainsi obtenu des cultures à peu près pures de colibacille.

L'identification des bacilles coliformes a été faite par les moyens suivants :

1° Examen en goutte : les coliformes sont mobiles ;

2° Coloration : ils ne prennent pas le gram ;

3° Culture sur gélatine : celle-ci n'est pas liquéfiée ;

4° Action sur un milieu lactosé tournesolé : le lactose fermente ; le milieu devient acide et le tournesol vire au rouge ;

5° Action sur le Neutral-Roth : le milieu vire au jaune canari avec fluorescence ;

6° Action sur le lait : le lait se coagule ;

7° Donne de l'indol dans les solutions de peptone pancréatique. La formation de l'indol est caractérisée par une coloration rosée.

CHAPITRE III

LES EAUX D'ALIMENTATION DE LATOUR-DE-FRANCE

I

Latour-de-France est un petit chef-lieu de canton dont la population est de 1.200 habitants environ. Cette petite ville, placée sur la rive droite de l'Agly, est bâtie en amphithéâtre sur un des contreforts du grand massif calcaire qui borde cette rivière.

L'agglomération s'est développée autour du château établi au point culminant d'un mamelon et s'est étendue peu à peu sur la pente rocheuse, au fur et à mesure de l'accroissement de la population.

Alimentation actuelle. — L'alimentation de Latour-de-France en eau potable est aussi défectueuse que possible.

En dehors de quelques citernes dans la partie haute du village et de quelques puits dans la partie basse appartenant à des particuliers, les habitants n'ont pour toute ressource que deux petites fontaines d'un maigre débit à peu près taries en temps de sécheresse et assez éloignées du centre de la localité.

Fontaine de la Ville. — La plus ancienne de ces fontaines est la fontaine de la Ville. Sa construction date de 1842.

Par ordonnance royale en date du 6 juin de cette même année, la commune de Latour-de-France fut autorisée à s'imposer de la somme de 3.600 francs, payables en sept annuités, pour la construction d'une fontaine publique.

En sus de l'emprunt autorisé, les habitants de la commune concoururent gratuitement, par prestations en nature, à la construction de la fontaine de la Ville.

Au moment de la construction de cette fontaine, la source captée était la seule fournissant l'eau pour les besoins des habitants.

Fontaine du Bosquet. — Elle a été construite en 1852 sous la municipalité Jean-Joseph Devy.

Les travaux furent exécutés par Jh. Duffau, ouvrier tailleur de pierre à Perpignan, pour le prix de 551 fr. 65, d'après le plan dressé par M. Moulenat, ex-conducteur des ponts et chaussées.

La fontaine du Bosquet est établie sur l'axe longitudinal du pont de Latour-de-France et sur la rive gauche de l'Agly. Le tuyau de conduite amenant l'eau de la source captée à la fontaine a une centaine de mètres. Il est placé à un mètre en contrebas de la surface du sol. Dans l'intérieur de la fontaine, il prend une direction verticale sur une hauteur de 1 m. 80.

L'eau est distribuée par deux robinets.

Les fondements se composent d'un massif en maçonnerie établi sur le terrain solide. Ce massif présente la forme d'un parallèlipipède rectangle à faces verticales.

Outre ces deux fontaines, il existe dans la cour des écoles laïques, un puits alimentant une pompe à bras.

L'eau de ce puits est utilisée par la population de la partie basse située à l'Est de la commune.

Projets d'alimentation non exécutés. — L'adminstration municipale s'était, de longue date, préoccupée de pourvoir la ville Latour-de-France de la quantité d'eau potable nécessaire aux besoins de sa population. Mais, dans ses recherches, elle s'était heurtée à de nombreuses difficultés.

On avait d'abord songé à utiliser pour la boisson l'eau de l'Agly, qu'on aurait élevée à l'aide de machines jusqu'au point culminant de la ville. Ce projet fut abandonné à cause du faible débit de cette rivière pendant l'été et des chances de contamination qu'elle présente dans cette saison.

Nous verrons cependant qu'on est revenu à ce projet primitif et qu'il a été adopté d'une façon définitive, après des modifications concernant surtout le mode de captage et les moyens de défense contre toute contamination possible.

En 1904, les recherches furent dirigées d'un autre côté. On s'était rallié à l'idée de capter pour les besoins de la ville un certain nombre de sources, situées les unes dans la commune de Latour-de-France, les autres, plus éloignées, sur le territoire de Cassagnes.

Ces diverses sources émergent dans une région appartenant entièrement aux terrains anciens : cette région est constituée, au point de vue géologique, par des alternances de gneiss et de schistes argileux. Elle doit être comprise dans la bande de terrains primitifs allant de Montner jusqu'au sud de Fenouillet, que nous avons signalée dans la partie géologique de cette étude.

Mais le refus de la commune de Cassagnes à céder la plus importante des sources, les difficultés du captage et aussi le chiffre élevé de la dépense, chiffre hors de proportion avec le volume d'eau à distribuer (200.000 francs

pour 52 litres d'eau à la minute) amenèrent la municipalité à abandonner ce projet.

Projet en construction. — Le projet que nous allons développer est actuellement en construction.

L'adjudication des travaux a été donnée le 20 juillet 1911. M. Michel Culleil a été déclaré adjudicataire des travaux de la prise d'eau et du réservoir pour la somme de 34.000 francs, avec 17 0/0 de rabais. La Société métallurgique du Périgord, des travaux de canalisation, pour 28.500 francs, avec 2 0/0 de rabais.

Ce projet d'alimentation se fera par refoulement des eaux de l'Agly, ou plutôt de la nappe souterraine adjacente à la rivière.

A cet effet, des sondages avaient été pratiqués en janvier 1907 sur la berge droite, tout au bas du bourg, mais en un point situé en amont.

Les fouilles, après avoir traversé du limon et du gravier se rapportant à des alluvions anciennes, rencontrèrent une nappe d'eau à 6 m. 50 de profondeur. L'eau vint tellement en abondance qu'une pompe ne réussit pas à l'épuiser.

Mais, soumis à l'examen chimique et bactériologique (Institut Pasteur de Montpellier), ce liquide donna de mauvais résultats.

L'analyse montra dans cette eau, dont le titre hydrotimétrique total est de 42 degrés, excès de matières minérales et surtout de SO^4Ca (328 milligr. par litre) ; d'autre part : teneur relativement élevée en chlorures, nitrates et ammoniaque, indiquant un certain degré de souillures organiques. Comme conclusion, l'eau fut déclarée défectueuse et même suspecte et la commune fut invitée à se procurer de l'eau de meilleure qualité.

M. Caralf, professeur de minéralogie à la Faculté des sciences de Toulouse, sollicité à donner son opinion, expliqua ces résultats défectueux par la situation même du sondage au milieu d'un terrain cultivé, soumis à l'épandage et à la fumure. Nous devons ajouter, de plus, que les échantillons avaient été prélevés le 20 janvier 1907, après une période de pluies abondantes, qui avaient augmenté les infiltrations superficielles et l'entraînement vers la nappe souterraine de matières organiques.

Sur les conseils de M. Caralf, un deuxième sondage fut fait plus près de la rivière, dans les alluvions récentes de l'Agly. Un prélèvement d'échantillons fait en janvier 1908 donna à l'analyse de bien meilleurs résultats : le titre hydrotimétrique, notamment, baissa de 42 à 28 degrés.

Malgré leur fort degré de minéralisation, les eaux à capter ne présentent pas les graves inconvénients des eaux laissant à désirer au point de vue bactériologique. Ces eaux sont aujourd'hui acceptées, puisque M. le ministre de l'Agriculture, dans une dépêche du 22 septembre 1906, relative au projet d'adduction d'eau de la commune de Baixas (Pyrénées-Orientales), s'exprimait ainsi : « L'emploi d'eaux fortement chargées de calcaires n'est pas dangereux pour la santé. »

Il est à présumer qu'on se trouve en présence de la nappe phréatique sous-jacente à la rivière, dont l'eau est naturellement filtrée par les sables et les graviers.

Description du projet en construction. — Cette description est faite d'après le devis dressé le 31 janvier 1908 par M. Bés, conducteur des ponts et chaussées.

Quantité d'eau à capter. — Le système d'élévation d'eau par moteurs à vent, adopté par la commune de

Latour-de-France, est des plus irréguliers. C'est ce qui nous a amené à construire un réservoir de contenance assez grande pour pouvoir alimenter le village pendant les périodes de chômage des moteurs.

Le débit des pompes sera essentiellement variable ; il atteindra 5 litres à la seconde par vents de 12 mètres, pour descendre à 20 litres à la minute par vents de 3 m. 50. Avec des vents moyens de 5 m. 50, le débit sera de 1 m. 60 à la seconde.

Une consommation par jour et par habitant de 30 litres est suffisante et correspond à une dépense journalière de 51 mètres cubes. Chaque compartiment du réservoir a une capacité de 520 mc. et pourra assurer l'alimentation pendant 10 jours. (Nous avons établi nos calculs sur ce nombre de 10 jours parce que c'est la plus grande période avec vents au dessous de 3 m. 50 observée de 1893 à 1902. Relevés de l'observatoire de Perpignan).

Captation. — La galerie de captation sera constituée par deux aqueducs réunissant les eaux dans un puisard central d'où partiront les aspirateurs des pompes

La galerie reposera sur le rocher formant le thalweg souterrain de la rivière. Elle sera complètement étanche du côté des terres. Du côté de la rivière, l'eau entrera par les joints d'une maçonnerie en pierres sèches.

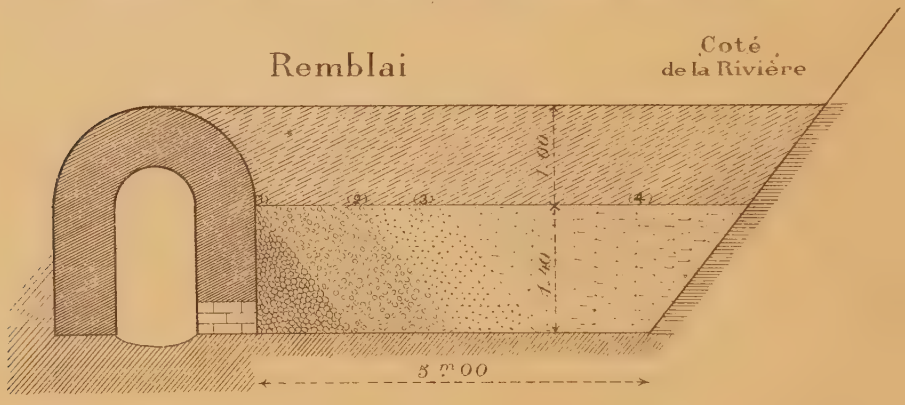
Dans son rapport, M. Caralf propose, à titre d'indication, d'obliquer légèrement vers l'amont la direction du captage afin d'augmenter le débit. Quoique la quantité d'eau qui sera prélevée dans la nappe souterraine soit bien faible (5 litres au minimum à la seconde) et serait parfaitement recueillie par une galerie parallèle à la rivière comme celle projetée, il nous sera très facile, en exécution, de l'infléchir vers l'amont.

L'établissement du filtre étant une chose très sérieuse,

M. Bès estime qu'il est préférable de le faire en régie sous sa surveillance personnelle.

Voici, dit-il, les propositions que nous conseillons d'adopter, dispositions qui existent déjà dans plusieurs galeries filtrantes, notamment à Battersea, pour filtrer les eaux de la Tamise destinées à la consommation d'une certaine partie de Londres.

De gauche à droite, en allant de la galerie vers la rivière, nous mettrons une couche de gros graviers de 6 cm. à



Croquis de la galerie de captation et de son filtre

10 cm. d'une épaisseur de 1 mètre à 1 m. 50 (1). Une couche de gravier fin de 1 cm. à 3 cm. (2). Une couche de sable grenu de 3 millim. à 5 millim. (3), et le restant de la fouille, qui aura en tout 5 mètres de largeur, sera rempli avec du sable fin passant à la maille de 2 mm. (4). Le tout sera recouvert d'une couche d'argile de un mètre de hauteur fortement pilonnée.

La hauteur de la couche filtrante sera de 1 m. 40 environ, c'est-à-dire qu'elle arrivera au niveau des naissances de la voûte de la galerie.

Un caniveau cimenté sera construit pour préserver la galerie des eaux superficielles.

Les travaux défensifs ne paraissent pas nécessaires ; la galerie est établie en un point que les eaux de crue n'ont jamais atteint, en outre, la berge est très solide et plantée en taillis. Cependant, on pourra en défendre le pied avec quelques rangées de clayonnage pour plus de sécurité.

Le puisard d'aspiration aura une profondeur de 1 m. 40. Pour retenir les sables dans les galeries latérales, des murettes de 0 m. 15 de hauteur, formant déversoir, seront établies de part et d'autre aux entrées des galeries.

Mode d'élévation des eaux. — Les eaux seront élevées à l'aide d'un moteur à vent système Euréka actionnant une pompe à double effet. L'eau sera envoyée dans une cloche à air d'où partira la conduite de refoulement.

En outre, pour parer à toute éventualité, un moteur à gaz pauvre de la force 6-8 H. P. sera installé pour refouler, en temps d'accalmie, les eaux dans le réservoir.

Refoulement. — La côte du fond de la captation est égale à 76 m., les pompes seront placées à la côte 83,00 et l'arrivée au réservoir est à la côte 138 m.

M. Bés avait d'abord songé à établir le réservoir au château, et ce point paraissait tout d'abord indiqué, mais la commune devait acquérir cette construction et édifier ensuite à la place un réservoir en élévation. Les dépenses d'acquisition et de démolition étaient considérables, environ 35.000 francs, tandis que la conduite de refoulement ne coûtera que 2.220 francs.

Le tuyau de refoulement sera avec joint en caoutchouc d'un diamètre de 0 m. 12. Ce diamètre a été choisi pour satisfaire dans de bonnes conditions au débit maximum des pompes.

Réservoir et chambre de manœuvre. — Le réservoir est établi à flanc de coteau. Il a été prévu à deux compartiments de 250 mètres cubes chacun, pour pouvoir assurer

l'alimentation de la commune pendant dix jours à raison de 30 litres par habitant pour 24 heures.

Il est en maçonnerie ordinaire, avec mortier de chaux hydraulique du Teil. Les parements intérieurs seront revêtus d'un enduit en mortier de ciment. La couverture est en voûtins en briques soutenus par des poutres en fer. Une couche de terre gazonnée s'étendra sur le réservoir pour maintenir plus de fraîcheur aux eaux.

Une chambre de manœuvre comprenant tous les appareils nécessaires pour la réglementation du jeu des eaux précède le réservoir.

Distribution en ville. — Les conduites de distribution seront en fonte avec joints en plomb. Les diamètres adoptés sont le 150 mm., 120 mm., 100 mm., 80 mm., 60 mm. et 40 mm.

La distribution aux habitants est assurée par treize bornes-fontaines à bouton et repoussoir. On la règlera pour un débit de 1/2 litre à la seconde.

Quatre bouches de lavage assureront la propreté des rues. Ce nombre paraît *à priori* insuffisant, mais il est impossible de placer d'autres appareils tant que les rues ne sont par pourvues de caniveaux. L'amélioration de la voirie devra précéder l'installation de nouvelles bouches.

Consistance des entreprises. Mode d'exécution des travaux. — Le projet d'alimentation de Latour-de-France a été divisé par M. Bés en 3 lots distincts :

1° Maçonneries comprenant la captation, le bâtiment des machines, la tour supportant le pylône du moteur et le réservoir ;

2° Les canalisations comprenant le refoulement depuis la cloche à air jusqu'au réservoir, la distribution et les appareils de fontainerie ;

3° Les moteurs comprenant l'éolienne et le pylône la

supportant, le moteur à gaz pauvre et ses accessoires, la pompe, la cloche à air, les conduites d'aspiration et de refoulement jusqu'à la cloche à air et le clapet de retenue.

Il propose de donner le premier lot à l'adjudication, le deuxième fera l'objet d'une adjudication restreinte entre les diverses maisons spéciales s'occupant de canalisations. Quant au troisième il fait l'objet d'un traité spécial entre la commune et les constructeurs.

Par un traité entre la commune et la maison Araou, la commune est assurée d'une consommation journalière de 1.200 hectolitres, moyennant une redevance annuelle de 400 francs et elle est libre de prendre à sa charge le fonctionnement des appareils et leur exploitation, le jour où elle verra qu'elle a bénéfice à le faire.

Dépense. — La dépense se décompose ainsi :

Captation, tour, bâtiment des machines et réservoir	34.000 francs
Refoulement et distribution	28.500 —
Moteurs, pompes, etc.	14.000 —
Terrains et indemnités	1 600 —
Honoraires	3.100 —
TOTAL	81.200 francs

II

ANALYSES

Voici le résumé des résultats des analyses chimiques et bactériologiques des eaux servant à l'alimentation actuelle de Latour-de-France, de celles du projet d'alimentation en construction et des eaux de l'Agly.

I. — Eau de la fontaine de la ville

Echantillon prélevé le 12 avril 1911 :
Température de l'eau, 11° ; température de l'air, 15°

Analyse chimique.

Les résultats sont exprimés en milligrammes et rapportés au litre.

Résidu fixe à 180°	340
Résidu au rouge	310
Perte au rouge	30
Chlore (en Cl)	33
Silice (SiO^2)	8,4
Fer et alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	3,5
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant
Nitrates (en AzO^3K)	7
Chaux (en CaO)	104
Magnésie (en MgO)	6
Acide sulfurique (en SO^3)	106
Matières organiques (exprimées en O absorbé)	1,1
Degré hydrotimétrique total	18
— — permanent	13
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	69
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu.

$NaCl$	55
SO^4Ca	180
$(AzO^3)^2Ca$	5,67
CO^3Ca	50
CO^3Mg	12,6
$Si\ O^2$	8,4
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	3,5

Examen bactériologique.

Prélèvement du 19 novembre 1911, après une longue période de pluies.

Eau très limpide avec quelques particules en suspension.

Germes aérobies par cmc 283
Date de la numération ..... 14e jour

La recherche du coli-bacille a donné des résultats négatifs.

Conclusions : Eau de bonne qualité.

II. — Eau de la fontaine du Bosquet

Echantillon prélevé le 12 avril 1911 :
Température de l'eau, 12° ; température de l'air, 15°

Analyse chimique.

Résidu fixe à 180°	377
Résidu au rouge	355
Perte au rouge	22
Chlorures (en Cl)	27
Silice ($Si\ O^2$)	12
Fer et alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	3
Ammoniaque	Présence

Nitrites	Néant
Nitrates (en AzO^3K)	2
Chaux (CaO)	102
Magnésie (MgO)	12
Acide sulfurique (SO^3)	68
Matières organiques (exprimées en O)	1,2
Degré hydrotimétrique total	21°
— — permanent	10°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	108
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu.

NaCl	45
SO^4Ca	115
$(AzO^3)^2Ca$	1,62
CO^3Ca	97
CO^3Mg	25,2
SiO^2	12
$Fe^2O^3+Al^2O^3$	3

Examen bactériologique.

Prélèvement du 19 novembre 1911, après une longue période de pluies.

Eau très limpide, quelques particules en suspension.

Germes aérobies par cmc	198
Date de la numération	14e jour

Recherche du coli-bacille : Présence dans 20 cc d'eau.

Conclusions : Eau suspecte au point de vue chimique par la présence de composés ammoniacaux et au point de vue bactériologique par la présence du coli-bacille.

III. — Eau du puits de la cour des Ecoles

Echantillon prélevé le 12 avril 1911 :
Température de l'eau, 11° ; température de l'air, 15°

Analyse chimique.

Résidu fixe à 180°	426
Résidu au rouge	390
Perte au rouge	36
Chlorures (en Cl)	30
Silice ($Si O^2$)	10
Fer et Alumine ($Fe^2 O^3 + Al^2 O^3$)	2,4
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant
Nitrates (en $Az O^3 K$)	3
Chaux (en Ca O)	148
Magnésie (en Mg O)	6
Acide sulfurique (en SO^3)	99
Matières organiques (exprimées en O)	1,4
Degré hydrotimétrique total	27°
— — permanent	12°
Degré acalimétrique en $SO^4 H^2$	190
Phosphates	Néant

Composition probable

Na Cl	50
$SO^4 Ca$	168
$(Az O^3)^2 Ca$	2,43
$CO^3 Ca$	139
$CO^3 Mg$	12,6
$Si O^2$	10
$Fe^2 O^3 + Al^2 O^3$	2,4

Examen bactériologique.

Prélèvement du 19 novembre 1911, après une longue période de pluies.

Eau très limpide, avec de rares particules en suspension.

Germes aérobies par cmc 284
Date de la numération ..... 16e jour

La recherche du colli-bacille a donné des résultats négatifs.

Conclusions : Eau de bonne qualité, trop chargée cependant en sulfates.

IV. — Eau du fontinal en construction

Echantillon prélevé le 20 septembre 1911 :
Température de l'eau, 13°,5 ; température de l'air, 26°

Analyse chimique.

Résidu fixe à 180°	392
Résidu au rouge	328
Perte au rouge	64
Chlorures (en Cl)	8
Silice ($Si O^2$)	7,5
Fer et Alumine ($Fe^2 O^3 + Al^2 O^3$)	2,5
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant
Nitrates (en $Az O^3 K$)	3
Chaux (Ca O)	132
Magnésie (en Mg O)	29
Acide sulfurique (en SO^3)	142
Matières organiques (exprimées en O)	0,7
Degré hydrotimétrique total	34°,5
— — permanent	18°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	160
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu

Na Cl	13,12
SO^4 Ca	241,40
$(Az O^3)^2 Ca$	2,43

Vallée de l'Agly

CO^3 Ca	56,07
CO^3 Mg	60,90
Si O^2	7,5
$Fe^2 O^3 + Al^2 O^3$	2,5

Examen bactériologique

A la suite de fortes pluies de longue durée, la galerie de captation en construction ayant été envahie par les eaux de ruissellement, il ne nous a pas été possible de faire de prélèvement pour les recherches bactériologiques.

Conclusions : Eau potable au point de vue chimique. Au point de vue bactériologique nous sommes obligé de nous en rapporter aux conclusions données par M. Laffont, à qui avait été confiée l'analyse de cette eau par la commune de Latour-de-France (voir page suivante).

V. — Eau de l'Agly

Echantillon prélevé le 2 janvier 1911, en aval de Latour-de-France : Température de l'eau, 12° ; température de l'air, 18°

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	438
— au rouge	378
Perte au rouge	60
Chlorures en (Cl)	10
Silice (SiO^2)	8
Fer et alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	3
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant
Nitrates (en AzO^3K)	2
Chaux (en CaO)	151
Magnésie (en MgO)	30
Acide sulfurique (en SO^3)	148
Matières organiques (exprimées en O)	0,8

Degré hydrotimétrique total	35,°5
— — permanent	19°
Degré alcalimétrique (en SO^4H^2)	152
Phosphates	Néant

Composition probable

Na Cl	16,40
SO^4Ca	251,60
$(AzO^3)^2$ Ca	1,62
CO^3Ca	83,126
CO^3Mg	63
SiO^2	8
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	3

Examen bactériologique.

Prélèvement du 2 novembre 1911, après une forte crue.

Eau limpide, avec de nombreuses particules en suspension.

Germes aérobies par cmc	595
Date de la numération	16e jour

Recherche du coli-bacille. Sa présence est révélée dans 20 cc. d'eau.

Conclusions : Eau potable au point de vue chimique, bien que trop riche en sulfates, mais suspecte au point de vue bactériologique.

Analyses diverses.

Avant d'exposer nos conclusions sur les eaux d'alimentation de Latour-de-France, nous allons donner les résultats de l'analyse des eaux du projet fontinal de Latour-de-France faite le 14 janvier 1908 par M. Lafont, docteur en pharmacie à Perpignan.

Recherches générales

Essais hydrotimétriques

A	(degré de dureté totale)	28°
B	—	15°
C	(degré de dureté permanente)	15°
D	—	9°

Volume total des gaz dissous : 31 cc 1 par litre

Ce volume se compose de

Acide carbonique	9 cc 9
Oxygène	5 cc 7
Azote	15 cc 5

Recherche de l'ammoniaque ..... Néant
— des nitrites ..... Néant

Dosages des matières organiques

Par l'oxygène emprunté au permanganate

1° En solution acide	1 milligr. 2
2° En solution alcaline	1 milligr. 14

Analyse minérale

	milligr.	
Résidu fixe à 100°	350	par litre
— après calcination	264	—
Perte au rouge (matières organiques et produits volatils)	86	—
Sulfates (en SO^3)	137	—
Chlorures (en NaCl)	18	—
Silice	8	—

Composition approximative du résidu

	gr.	
Carbonate de chaux	0,074	par litre
Sulfate de chaux	0,084	—
Sulfate de magnésie	0,113	—
Chlorure de sodium	0,018	—
Sulfate de sodium	0,025	—
Silice	0,008	—

Conclusion : Eau potable très chargée en sels de chaux et en sulfates, ne forme pas de grumeaux avec le savon et peut servir à la cuisson des légumes.

Analyse bactériologique

Deux échantillons ont été prélevés :

Examen du premier échantillon. — Aspect de l'eau : limpide.
Plaques de gélatine : 342 germes par centimètre cube.
Date de la numération : 18e jour.
Milieu phéniqué : résultat négatif.
La recherche spéciale du coli-bacille et du bacille d'Eberth a donné un résultat négatif.
Conclusion : Eau de bonne qualité.

Examen du deuxième échantillon. — Aspect de l'eau : limpide.
Plaques de gélatine : 349 germes par cmc.
Date de la numération : 20e jour.
Milieu phéniqué : résultat négatif.
Conclusion : eau de bonne qualité.

Si nous comparons les résultats de l'analyse de notre confrère M. Lafont avec les nôtres, nous constatons que malgré une minéralisation plus élevée trouvée par nous, le dosage des divers éléments donne des chiffres sensiblement pareils. L'interprétation seule de la composition probable des eaux diffère.

Considérations générales sur les eaux d'alimentation de Latour-de-France.

Par le maigre débit de ses sources, surtout en période de sécheresse, la commune de Latour-deFrance a beaucoup à souffrir de la pénurie d'eau.

D'un autre côté, les causes de contamination ne faisant pas défaut : dépôts de fumiers ou fosses à purin à proximité, etc., les habitants sont continuellement exposés à absorber des eaux souillées ; les résultats donnés par notre analyse de la fontaine du Bosquet en sont une preuve.

Dans ces conditions, la réalisation du projet que nous avons exposé sera un bienfait pour la salubrité de la commune et le bien-être de ses habitants.

CHAPITRE IV

LES EAUX D'ALIMENTATION DE MONTNER

I

MODE ACTUEL D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

La commune de Montner, construite sur un petit mamelon, est située à 2 km. 500 environ au sud du chef-lieu de canton. Sa population, qui est de 450 habitants environ, est essentiellement agricole.

Jusqu'en 1894 le village était alimenté en eau potable à l'aide de quelques citernes plus ou moins bien entretenues et de rares puits très souvent contaminés par le voisinage d'écuries et de dépôts de fumier. L'hygiène publique et les soins de propreté souffraient beaucoup d'un tel état de choses. De plus, en cas d'incendie, le manque d'eau rendait tout secours impossible.

En 1891, l'assemblée municipale, désireuse de pourvoir la commune d'eau potable abondante, chargea M. Henrion, ingénieur à Perpignan, de dresser un projet pour le captage et l'amenée des sources dites du Bac. Ce projet dressé le 15 décembre 1891, fut ultérieurement approuvé par l'administration supérieure.

Malheureusement, les sources choisies par la municipa-

lité, déjà peu abondantes au moment des travaux de captage, diminuèrent considérablement et tarirent presque pendant les grandes sécheresses de l'été de 1892, de sorte que l'on dut renoncer à l'exécution de ce projet.

Pendant cette période de pénurie d'eau, on rechercha des sources à capter dont le débit fut suffisant pour justifier le chiffre de la dépense à faire (40.000 fr. environ).

Le dévolu fut jeté sur quelques sources qui se déversaient dans le ravin dit de la Fount de la Beille, et M. Henrion fut de nouveau appelé à dresser un second projet pour le captage et la distribution des eaux.

Mode d'alimentation en eau potable. — Nous allons donner la description du projet dressé par M. Henrion, projet qui fut exécuté peu après et dont les travaux furent terminés en juillet 1893.

Sources captées. — Les sources captées se trouvent à environ 2 kilomètres des premières maison du village. Elles sont au nombre de trois ; mais comme elles sortent du même rocher et dans un espace très restreint, on peut les considérer comme une source unique présentant des ramifications qu'il s'agissait de réunir.

L'eau filtrant à travers des terrains de transport venait sortir en plusieurs points au niveau du fond du ravin ; c'est ce qui obligea à descendre un peu au dessous de ce même niveau la grande galerie de captation qui se trouve ainsi assise sur la roche vive ; cette galerie recueille toutes les eaux d'infiltration, plus ou moins apparentes, qui s'échappent du terrain où furent exécutés les travaux de captage.

Débit. — Le 24 octobre 1892, après une période non interrompue de sécheresse, durant depuis plus de six mois, et alors que toutes les autres sources de la région

étaient taries, un premier jaugeage des deux sources les plus importantes fut effectué.

Ce jaugeage donna les résultats suivants :

Source de la Beille (n° 1), par minute....	12 litres 00
Source de la Beille (n° 2), par minute....	10 litres 91
Soit ensemble par minute....	22 litres 91

Mais c'était là un débit minimum. Un deuxième jaugeage exécuté en temps ordinaire donna des résultats doubles sans tenir compte des infiltrations assez abondantes qui se produisent entre les deux sources.

Le diamètre de la conduite d'alimentation fut calculé pour un débit d'au moins 70 litres par minute, relativement au captage des sources déjà mentionnées.

Mais comme il existe une autre source dite « d'en Paret » à quelques centaines de mètres de distance des sources de « la Beille » et sensiblement au même niveau, on prévit le cas où l'on serait obligé de capter cette source et d'en introduire les eaux dans la conduite d'alimentation. Le dépotage de cette source, effectué le 24 octobre 1892, en période de sècheresse, accusa un débit de 12 litres 50 par minute. Comme pour les autres sources on doit compter sur un débit double en temps normal, soit sur 25 litres environ à la minute.

La conduite d'alimentation fut donc calculée pour pouvoir débiter au moins 100 litres par minute.

La section de la conduite principale fut choisie de 0m. 06. En prévision du cas d'incendie où l'on aurait besoin d'un plus fort débit pour utiliser rapidement l'eau emmagasinée dans le grand réservoir, on a été amené à adopter une conduite de 0 m. 07 dans ce parcours.

Les diamètres des conduites de distribution ont été cal-

culés en vue de la plus stricte économie de l'eau, tout en assurant un débit très suffisant.

Réglage. — A chaque borne-fontaine est adapté un robinet gradué qui permet de régler, sur chaque point, le débit selon les besoins. Il en est de même aux prises d'eau de l'abreuvoir et du lavoir.

Qualité des eaux. — Des échantillons d'eau des sources à capter furent envoyés par les soins de M. Henrion au laboratoire du Comité consultatif d'hygiène publique de France, à Paris, aux fins d'analyse chimique et d'examen bactériologique.

Nous donnerons plus loin les résultats de ces analyses.

Grand réservoir. — Ce réservoir a une capacité de 115 mètres cubes. Son volume a été calculé pour pouvoir emmagasiner l'eau pendant la nuit, aux heures où la distribution dans le village n'est pas nécessaire, et aussi pour avoir une réserve utile pour les secours à donner en cas d'incendie.

Au point de vue de la construction, il est creusé à vif dans la roche schisteuse, ce qui donne une grande sécurité de résistance à ses parois construites en maçonnerie de moellons avec mortier de chaux hydraulique du Teil de 0 m. 44 d'épaisseur. Un enduit intérieur en ciment de 0 m. 02 d'épaisseur s'oppose aux infiltrations.

Enfin, la voûte est en briques de 0 m. 55 d'épaisseur pour supporter une surcharge de 1 m. 00 environ de terre destinée à maintenir la fraîcheur de l'eau. Elle est revêtue, à son extrados, d'une chape en béton fin de ciment de 0 m. 08 d'épaisseur qui la préserve de l'infiltration des eaux de pluie ou de surface.

Petit réservoir de distribution. — Il est placé au point le plus élevé du village et est construit dans les mêmes

conditions que le grand réservoir. Sa capacité est de 36 mètres cubes.

Siphonnements. — La conduite d'amenée siphonne sur deux points de son parcours. Il eût été impossible d'éviter ces siphons sans recourir à de grandes dépenses résultant de l'allongement considérable qu'il aurait fallu donner à la conduite. Afin de se débarrasser des dépôts qui, à la longue, pourraient s'accumuler aux points les plus bas du siphonnement, des robinets-vannes y furent installés. Ces robinets, en cas de besoin, assurent la vidange et le nettoyage de la conduite.

Choix du système de tuyaux. — Les tuyaux employés pour toutes les conduites sont en fonte, à joints parallèles en caoutchouc, système breveté de Dussard et Savournin.

Ce choix fut fait en raison des fortes déclivités du profil en long de la conduite d'amenée.

De plus, si l'intention de capter la source « d'en Paret » était mise en exécution, ce qui nécessiterait une modification dans le parcours de la conduite d'amenée, la pose de la conduite se ferait avec la plus grande facilité.

Le remplacement d'un tuyau cassé se fait aussi plus facilement et enfin la conduite avec joints en caoutchouc présente beaucoup plus d'élasticité qu'avec joints en plomb.

L'ensemble de tous ces travaux fut évalué à la somme de 41.500 francs.

Les habitants de Montner préoccupés du temps fort long qu'il leur faudrait attendre pour mettre les travaux en exécution s'ils sollicitaient de l'Etat ou du département une subvention pour aider l'exécution du projet, firent décider par leur conseil municipal, que la dépense serait couverte exclusivement avec les deniers communaux, et les travaux purent ainsi commencer aussitôt.

II

ANALYSES

Voici les résultats des analyses des échantillons que nous avons prélevés à la borne fontaine placée en face l'abreuvoir. La première de ces analyses a été faite après une longue période sans pluie ; la deuxième après une semaine de fortes pluies.

I. — Analyse d'un échantillon prélevé le 5 juillet 1910

Température de l'eau, 14° ; température de l'air, 21°

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	116
— — au rouge	96
Perte au rouge	20
Chlorures (en Cl)	22
Silices (SiO^2)	16
Fer et alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	7
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant
Nitrates (en AzO^3K)	Traces
Chaux (en CaO)	16,3
Magnésie (en MgO)	3,2
Acide sulfurique (en SO^3)	20,5
Matières organiques (exprimées en O)	0,3
Degré hydrotimétrique total	7°5
— — permanent	5°4
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	31,3
Phosphates	Néant.

Composition probable du résidu

NaC	36,08
SO^4Ca	34,85
CO^3Mg	6,72
$Si\ O^2$	16
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	7

Examen bactériologique.

Prélèvement fait le 5 octobre 1910.

Eau très limpide.

Germes aérobies par cmc	315
Date de la numération	18e jour

La recherche du coli-bacille a donné des résultats négatifs.

Conclusions : Eau de très bonne qualité.

II.— Analyse d'un échantillon prélevé le 1er novembre 1911

Température de l'eau, 13° ; température de l'air, 17°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	110
— — au rouge	94
Perte au rouge	16
Chlorures (en Cl)	21
Silice ($Si\ O^2$)	16
Fer et alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	7,5
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant
Nitrates	Traces
Chaux (en Ca O)	15
Magnésie (en Mg O)	3
Acide sulfurique (en SO^3)	18,5
Matières organiques (exprimées en O)	0,6
Degré hydrotimétrique total	7°
— — permanent	5°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	29,5
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu

Na Cl	34.44
SO^4 Ca	31,45
CO^3 Ca	5,34
CO^3 Mg	6,3
Si O^2	16
$Fe_2O^3 + Al_2O^3$	7,5

Examen bactériologique

Prélèvement du 3 novembre 1911.

Eau limpide avec de très légères particules en suspension.

Germes aérobies par cmc 387

Date de la numération ..... 13e jour

La recherche du coli-bacille a donné des résultats négatifs.

Conclusions : Eau de bonne qualité.

Analyses diverses.

Nous allons donner maintenant les résultats des analyses des deux sources captées, analyses faites en mars 1893 dans le laboratoire du comité consultatif d'hygiène de France par le docteur Ponohet.

Tous les résultats sont exprimés en milligrammes et par litre

			Source n° 1	Source n° 2
Evaluation de la matière organique.	En oxygène.	Solution acide	0,750	0,750
		— alcaline.	0,500	0,750
	En acide oxalique, $C^2H^4O^2 + 2H^2O$	Solution acide	5,910	5,910
		— alcaline.	3,940	5,910
Oxygène dissous		1° En poids	11,250	10,000
		2° En volume	7cc,866	6cc,992

Recherches générales

	Source n° 1	Source n° 2
Az H^3 et sels ammoniacaux	0	0
Azote albuminoïde	0	0
Nitrites	0	0
Nitrates en AzO^3H	indosable	indosable
Acide phosphorique	traces	traces
Acide sulfurique (en SO^3)	15,6	15,6
Chlorure de sodium (en NaCl)	34,00	39,2
Chlore correspondant (en Cl)	20,6	23,0
Résidu à 110°	110,00	97,0
— après calcination	97,1	93,1
Silice (en SiO^2)	9,0	10,0
Chaux (en CaO)	21,8	17,3
Magnésie en MgO	4,3	3.6
Acide sulfurique (en SO^3)	15,6	15,6

Composition probable

SiO^2	9,00	10,00
CO^3Ca	19,5	11,4
CO^3Mg	9,0	7,3
SO^4Ca	26,5	26,5
NaCl	34,0	39,2

Hydrotimétrie

Degré hydrotimétrique total	10°	9°,5
— — permanent	3°	3°

Examens bactériologiques

SOURCE N° 1

Numération. — Cette eau renferme 20.675 bactéries par cmc. et 5 000 moisissures.

La numération a été faite 7 jours après l'ensemencement.

Spécification. — Les bactéries appartiennent aux espèces suivantes : micrococcus aquatilis, m urex, bacillus subtilis, b. luteus, bacterium termo.

Pas de coli bacille, ni de bacille d'Eberth.

Source n° 2

Numération. — Cette eau renferme 1128 germes aérobies par cmc, dont 5000 mucédinées.

Spécification. — Micrococcus aquatilis, bacillus subtilis, bacterium termo, bacillus luteus.

La recherche spéciale des bactéries suspectes a donné des résultats négatifs.

Conclusions

En se basant principalement sur les résultats de l'analyse chimique, ces deux eaux peuvent être considérées comme étant de bonne qualité.

Les résultats de l'analyse bactériologique, beaucoup moins satisfaisants, paraissent pouvoir être interprétés par cette circonstance que ces eaux se trouveraient exposées au libre contact de l'air, ce qui expliquerait le nombre considérable de bactéries contenues dans la source n° 1 et ce qui vient confirmer leur teneur très élevée en oxygène dissous. L'eau de la source n° 2 paraît, dans tous les cas, de qualité supérieure à celle de la source n° 1.

En comparant nos résultats analytiques avec ceux de M. le docteur Ponohet, nous constatons que depuis 1893, la composition chimique des eaux d'alimentation de Montner n'a pas changé. Seule, la situation bactériologique de ces eaux s'est très sensiblement améliorée par la grande diminution du nombre de germes vivants.

Considérations générales sur les eaux d'alimentation de Montner.

Les eaux d'alimentation de Montner doivent être considérées comme étant de très bonne qualité à tous les points de vue.

Leur composition chimique était à prévoir par la nature schisteuse des terrains dont elles proviennent.

D'un autre côté les travaux de captation, mettant ces

eaux à l'abri de l'air, prouvent combien était exacte l'interprétation donnée par M. le docteur Ponohet aux résultats de son analyse bactériologique. Nous voyons en effet la teneur en bactéries banales tomber de 20.000 à 387 en période de pluies.

Il est regrettable cependant que lors de la captation des eaux, on n'ait pas songé à l'établissement d'un filtre destiné à préserver les eaux contre les souillures pouvant provenir d'infiltrations toujours possibles.

CHAPITRE V

LES EAUX D'ALIMENTATION D'ESTAGEL

I

ALIMENTATION ACTUELLE

Estagel est un petit bourg de 2.600 habitants environ, construit sur la rive droite de l'Agly.

Anciennement le village était constitué par une centaine de maisons encerclées dans une enceinte fortifiée existant encore. Peu à peu, par suite de l'augmentation de sa population, l'agglomération s'est développée à l'extérieur de ses anciens remparts.

Actuellement la plus grande partie de la ville se trouve assise sur une portion de la grande plaine qui s'étend jusqu'à Latour-de-France, tandis que l'autre partie est placée en amphithéâtre sur les collines situées au sud et à l'est.

Le sous-sol de la partie basse de la localité est formé par des alluvions anciennes ; il est traversé par une nappe d'eau que l'on rencontre à une profondeur variant de quatre à sept mètres suivant les points.

Cette nappe aquifère tire, à notre avis, son origine de l'Agly elle-même. Les eaux de ruissellement des collines voisines viendraient s'y ajouter.

Rappelons, en effet, la disparition partielle des eaux de l'Agly sous les sables de son lit entre Latour-de-France et Estagel, disparition signalée par M. Rossin ; de là à supposer que ces eaux s'acheminent à travers les dépôts d'alluvions de la plaine jusqu'au sous-sol d'Estagel il n'y a qu'un pas.

Les différences de minéralisation révélées par l'analyse dans les eaux des divers puits creusés juqu'à cette nappe s'expliqueraient par l'apport des eaux provenant soit des collines environnantes, soit de la surface du sol.

De plus, certaines parties de cette nappe paraissent en relation directe avec le canal d'irrigation de la plaine d'Estagel. Ce canal est formé par une dérivation des eaux de l'Agly prises à Latour-de-France. On a constaté, en effet, que toutes les fois que l'eau était déviée de ce canal pendant un temps assez long, les sources qui alimentent Estagel baissaient jusqu'à tarir presque complètement. Nous avons pu remarquer le fait que nous signalons pendant l'hiver 1910-1911, époque où le canal fut mis à sec pendant trois mois pour permettre l'exécution de certains travaux.

La construction du canal d'arrosage de la plaine d'Estagel date approximativement de 1103.

C'est à cette époque que les eaux de l'Agly furent achetées pour les besoins de la population d'Estagel : « En » 1103, le 8 des nones de mars, Reymond Ermengaud et » Adélaïs sa femme, seigneur de Latour, vendirent à Ste- » Marie de la Grasse, à Robert, abbé, à Pierre, prieur, et » aux moines du même lieu, l'eau du fleuve qui s'appelle » l'Agly afin que les hommes d'Estagell puissent et aient » liberté de la prendre partout pour en faire ce qu'ils » voudront. Cette vente fût consentie pour la somme de » 40 sols, sans fraude... »

Les eaux servant à l'alimentation de la population d'Estagel ont toujours été tirées de la nappe aquifère dont nous venons de signaler l'existence.

Indépendamment de quelques sources et de très nombreux puits appartenant à des particuliers et placés à l'intérieur des immeubles, la ville d'Estagel est actuellement pourvue en eau de la façon suivante :

1° Deux fontaines publiques alimentées par des sources : la fontaine Ferréol et la fontaine de la Place.

2° Dix puits munis d'une pompe :

Le puits de l'avenue de Montner, profondeur : 6 mètres ;

Le puits de la cour des Ecoles, profondeur : 5 mètres ;

Le puits de la placette Avéros, profondeur : 5 mètres ;

Le puits de la rue de la Poste, profondeur : 5 mètres ;

Le puits de la rue Lafayette, profondeur : 4 m. 50 ;

Le puits de la placette du Café de l'Avenir, profondeur : 5 mètres ;

Le puits de la place Gambetta, profondeur : 7 m. 50 ;

Le puits de l'Avenue de Perpignan, profondeur : 7 m. 50 ;

Le puits de la rue de l'Hôpital, profondeur : 7 mètres ;

Le puits de l'Avenue de Montner, profondeur : 6 mètres ;

3° Six bornes-fontaines alimentées par l'eau d'une source située dans le ravin de la Grave à 1 km. 300 de la localité, amenée par une canalisation en fonte ;

4° Un puisard cimenté, recevant le trop plein de la fontaine Ferréol, alimente une pompe située sur l'avenue de Perpignan en face de la maison Catala.

La captation de la source de la Grave a été faite en 1903, sous la municipalité Catala, dans le but d'alimenter

en eau les hauts quartiers de la localité qui en étaient dépourvus.

Ce travail, qui fut payé par les deniers communaux, sans avoir eu recours à aucun emprunt, fut exécuté sans étude géologique préalable des terrains, ni sans analyse des eaux.

Les eaux de la source captée sont reçues dans un réservoir en maçonnerie de deux mètres cubes de capacité. A la partie supérieure de ce réservoir se trouve un regard obstrué par une plaque mobile en fonte de fer. De ce réservoir les eaux sont amenées directement à six bornes-fontaines par une canalisation en fonte. Quatre de ces bornes-fontaines sont placées sur la rive droite de la Grave et dans les rues suivantes :

1° Rue Rouget de l'Isle ;
2° Rue Saint-Vincent ;
3° Rue Robespierre ;
4° Boulevard Carnot.

Les deux autres sur la rive gauche alimentent l'avenue de Pézilla et la rue Fournalo.

II

ANALYSES

Voici les résultats des analyses des eaux qui se consomment le plus souvent dans la ville d'Estagel :

I. — Eau du puits de la cour des écoles

Echantillon prélevé le 28 avril 1911
Température de l'eau, 11°5 ; température de l'air, 15°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	489
— au rouge	445
Perte au rouge	44
Chlorures (en Cl)	28
Silice (en SiO^2)	19
Fer et alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	4
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant
Nitrates (en AzO^3K)	2
Chaux (en CaO)	142
Magnésie (en MgO)	8
Acide sulfurique (en SO^3)	121
Matières organiques (exprimées en O)	0,8
Degré hydrotimétrique total	28°
— — permanent	16°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	205
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu

NaCl	37.72
SO^4Ca	205.70
$(AzO^3)^2Ca$	1,62

CO^3Ca	99,68
CO^3Mg	16,80
SiO^2	19,0
$Al^2O^3 + Fe^2O^3$	4,0

Examen bactériologique.

Echantillon prélevé le 20 mai 1911 après une longue période sans pluies.

Eau très limpide.

Germes aérobies par cmc	193
Date de la numération	16e jour

La recherche du coli-bacille a donné des résultats négatifs.

Conclusions : Eau de bonne qualité bien que trop chargée en sulfate de chaux.

II. — Eau du puits de la placette Averos

Echantillon prélevé le 30 avril 1911

Température de l'eau, 11° ; température de l'air, 16°

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	585
Résidu au rouge	510
Perte au rouge	75
Chlorures (en Cl)	33
Silice (en SiO^2)	18
Fer et alumine (en $Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	3.6
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant

Nitrates (en AzO^3K)	7
Chaux (en Ca O)	180
Magnésie (en Mg O)	8
Acide sulfurique (en SO^3)	144
Matières organiques (exprimées en O)	0,4
Degré hydrotimétrique total	34°
— — permanent	18°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	216
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu

Na Cl	54,12
SO^4Ca	244,80
$(AzO^3)^2Ca$	5,67
CO^3Ca	138,84
CO^3Mg	16,80
SiO^2	18,00
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	3,60

Examen bactériologique

Echantillon prélevé le 20 mai 1911, après une longue période sans pluies.

Eau très limpide, avec quelques particules en suspension.

Germes aérobies par cmc	295
Date de la numération	15e jour

Recherche du coli-bacille : Présence dans 20 cc d'eau.

Conclusions : Au point de vue chimique, cette eau est chargée en sels de chaux, surtout en sulfate. Au point de vue bactériologique, elle est suspecte par la présence du coli-bacille.

III. — Eau du puits de la rue de la Poste

Prélèvement fait le 2 mai 1911
Température de l'eau 12° ; température de l'air, 17°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	560
— au rouge	495
Perte au rouge	65
Chlorures (en Cl)	30
Silice (en SiO^2)	17
Fer et alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	4
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant
Nitrates (en AzO^3K)	12
Chaux (en CaO)	175
Magnésie (en MgO)	9
Acide sulfurique (en SO^3)	138
Matières organiques (exprimées en O)	0,6
Degré hydrotimétrique total	32°
— — permanent	17°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	210
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu

NaCl	49,20
SO^4Ca	234,60
$(AzO^3)^2Ca$	9,72
CO^3Ca	110,62
CO^3Mg	18,90
SiO^2	17,00
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	4,00

Examen bactériologique.

Echantillon prélevé le 20 mai 1911.
Eau très limpide.

Germes aérobies par cmc	325
Date de la numération	18e jour

La recherche du coli-bacille a donné des résultats négatifs.

Conclusions : Au point de vue chimique, cette eau est riche en sulfate et nitrate de chaux.

Malgré cela, l'absence du coli-bacille peut la faire accepter comme eau potable.

IV. — Eau du puits de la rue Lafayette

Prélèvement fait le 30 avril 1911

Température de l'eau, 12° ; température de l'air, 16°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	516
— au rouge	455
Perte au rouge	61
Chlorures (en Cl)	16
Silice (Si O^2)	14
Fer et alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	3,5
Ammoniaque	Présence
Nitrites	Néant
Nitrates (en Azo^3K)	3
Chaux (en Ca O)	149
Magnésie (en Mg O)	12
Acide sulfurique (en SO^3)	120
Matières organiques (exprimées en O)	0,9
Degré hydrotimétrique total	29°
— — permanent	17°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	208
Phosphates	Traces

Composition probable du résidu

NaCl	26,24
SO^4Ca	204,00
$(Az\,O^3)^2\,Ca$	2,43
$CO^3\,Ca$	113,92

CO^3Mg	25,20
SiO^2	14,00
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	3,50

Examen bactériologique.

Echantillon prélevé le 19 novembre 1911, après une longue période de pluies.

Eau très limpide avec quelques particules en suspension.

Germes aérobies par cmc	224
Date de la numération	14e jour

Le passage en bouillon phéniqué révèle la présence du *Bacillus fluorescens liquefiens*. Présence du coli-bacille dans un centimètre cube d'eau.

Conclusions : La présence de l'ammoniaque révélée par l'analyse chimique, celle du coli-bacille et du *Bacillus fluorescens liquefiens* indiquent que cette eau est polluée par des matières fécales. Elle est donc impropre à l'alimentation et son absorption est dangereuse.

V. — Eau du puits de la placette du café de l'Avenir

Prélèvement fait le 25 août 1910
Température de l'eau, 14° ; température de l'air, 25°

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	472
— au rouge	428
Perte au rouge	44
Chlorures (en Cl)	28
Silice (en SiO^2)	13
Fer et alumine (en $Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	4
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant

Nitrates (en AzO^3K)	2
Chaux (en CaO)	171
Magnésie (en MgO)	11
Acide sulfurique (en SO^3)	130
Matières organiques (exprimées en O)	0,4
Degré hydrotimétrique total	30°
— — permanent	19°5
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	210
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu

Na Cl	45,92
SO^4 Ca	221,00
$(AzO^3)^2Ca$	1,62
CO^3Ca	141,51
CO^3Mg	23,10
SiO^2	13,00
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	4,00

Examen bactériologique

Echantillon prélevé le 20 mai 1911.
Eau très limpide.

Germes aérobies par cmc	312
Date de la numération	18e jour

La recherche du coli-bacille a donné des résultats négatifs.

Conclusions : Eau bonne aux points de vue chimique et bactériologique quoique chargée en sulfate de chaux.

VI. — Eau du puits de l'avenue de Montner

Prélèvement du 2 mai 1911
Température de l'eau : 12° ; température de l'air : 16°

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	587
— au rouge	510
Perte au rouge	77
Chlorures (en Cl)	42
Silice (SiO^2)	17
Fer et alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	3,1
Ammoniaque	Présence
Nitrites	Néant
Nitrates (en AzO^3K)	18
Chaux (en CaO)	192
Magnésie (en MgO)	8
Acide sulfurique (en SO^3)	130
Matières organiques (exprimées en O)	0,9
Degré hydrotimétrique total	35°
— — permanent	18°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	216
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu

NaCl	68,88
SO^4Ca	221,00
$(AzO^3)^2Ca$	14,58
CO^3Ca	172,66
CO^3Mg	16,80
SiO^2	17,00
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	3,10

Examen bactériologique

Echantillon prélevé le 19 novembre 1911.
Eau limpide avec quelques particules en suspension.

Germes aérobies par cmc	252
Date de la numération	14e jour

Le passage en bouillon phéniqué révèle la présence du *bacillus fluorescens liquefiens*. Le coli-bacille est trouvé dans 1 cmc d'eau.

Conclusions : Eau très mauvaise à tous les points de vue. La présence de sels ammoniacaux, d'un excès de chlorures et de nitrates révélée par l'analyse chimique d'une part, et celle du coli-bacille et du *bacillus fluorescens liquefiens* indiquent que cette eau est souillée par des matières fécales et qu'elle est très dangereuse à consommer.

VII. — Eau de la fontaine Ferréol

Prélèvement fait le 5 juillet 1910
Température de l'eau : 14° ; température de l'air : 21°5

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	564
Résidu fixe au rouge	465
Perte au rouge	99
Chlorures (en Cl)	26
Silice (SiO^2)	18
Fer et alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	4,5
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant
Nitrates (en AzO^3K)	2,5
Chaux (en Ca O)	191
Magnésie (en MgO)	15
Acide sulfurique (en SO^3)	144
Matières organiques (exprimées en O)	0,3
Degré hydrotimétrique total	36°
— — permanent	18°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	210
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu

Na Cl	42,64
SO^4Ca	244,80
$(AzO^3)^2Ca$	2,02

$CO^3 Ca$	159,48
$CO^3 Mg$	31,50
$Si O^2$	18,00
$Fe^2 O^3 + Al^2 O^3$	4,50

Examen bactériologique

Echantillon prélevé le 11 août 1910.

Eau très limpide avec quelques particules en suspension.

Germes aérobies par cmc	280
Date de la numération	20e jour

La recherche du coli-bacille a donné des résultats négatifs.

Conclusions : Eau de bonne qualité, mais chargée en sulfate de chaux.

VIII. — Eau de la fontaine de la place Arago

Prélèvement fait le 17 octobre 1910
Température de l'eau, 13° ; température de l'air, 19°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	488
— au rouge	417
Perte au rouge	71
Chlorures (en Cl)	21
Silice en ($Si O^2$)	15
Fer et alumine ($Fe^2 O^3 + Al^2 O^3$)	4
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant
Nitrates (en AzO^3K)	3
Chaux (en CaO)	180
Magnésie (en MgO)	12
Acide sulfurique (en SO^3)	128
Matières organiques (exprimées en O)	0,6

Degré hydrotimétrique total	34°
— — permanent	17°,5
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	196
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu

NaCl	34,44
SO^4Ca	217,60
$(AzO^3)^2Ca$	2,43
CO^3Ca	159,07
CO^3Mg	25,20
SiO^2	15,00
$Fe^3O^3 + Al^2O^3$	4,00

Examen bactériologique

Echantillon prélevé le 11 août 1910.
Eau très limpide.

Germes aérobies par cmc	256
Date de la numération	20e jour

La recherche du coli-bacille a donné des résultats négatifs. Conclusions : Eau de bonne qualité, bien que chargée en sulfate de chaux.

IX. Eau de la borne fontaine de l'avenue de Pézilla

Prélèvement fait le 4 mai 1911
Température de l'eau, 14° ; température de l'air, 18°

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	320
— au rouge	292
Perte au rouge	28
Chlorures (en Cl)	32
Silice (SiO^2)	13
Fer et Alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	4,6

Ammoniaque	Présence
Nitrites	Néant
Nitrates (en AzO^3K)	1
Chaux (en Ca O)	82
Magnésie (en Mg O)	8
Acide sulfurique (en SO^3)	44
Matières organiques (exprimées en O)	0,7
Degré hydrotimétrique total	18°
— — permanent	6°,5
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	230
Phosphates	Néant.

Composition probable du résidu

Na Cl	52,48
SO^4Ca	74,80
$(AzO^3)^2Ca$	0,81
CO^3Ca	90,78
CO^3Mg	16,80
SiO^2	13,00
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	4,60

Examen bactériologique

Prélèvement du 19 novembre 1911.

Eau très limpide, avec quelques particules en suspension.

Germes aérobies par cmc	275
Date de la numération	14e jour

La recherche du coli-bacille relève sa présence dans 1 cmc.

Conclusions : Eau de mauvaise qualité. La présence de matières ammoniacales et du coli-bacille la rendent impropre à la consommation.

Considérations générales sur les eaux d'alimentation de la ville d'Estagel

Les eaux d'alimentation d'Estagel, à l'exception de l'eau de la source captée dans le bassin de la Grave, doivent être classées au point de vue chimique parmi les eaux séléniteuses à cause de leur richesse en sulfate de chaux. Malgré leur dureté, ces eaux ont de tous temps été consommées sans préjudice pour la santé publique.

La présence de matières ammoniacales, d'excès de chlorures et surtout de coli-bacilles, que nous avons constaté dans l'eau de certains puits, provient des infiltrations des eaux de surface entraînant avec elles de nombreuses souillures.

Cette contamination n'a rien d'étonnant. Le manque de propreté en est la cause. L'on voit, en effet, séjourner dans les rues, à proximité des puits, des cloaques infects, réceptacles de toutes les eaux ménagères et autres. De plus, dans les immeubles voisins, se trouvent presque toujours des écuries avec dépôts de fumiers et de matières fécales, dont les infiltrations ne peuvent que pénétrer dans l'intérieur des puits, surtout aux époques de fortes pluies.

L'eau captée dans le ravin de la Grave et alimentant les six bornes-fontaines des hauts quartiers de la ville, est bien moins riche en principes minéraux. La souillure constatée dans ces eaux est de toute autre origine.

Nous avons appris des personnes dignes de foi que, pendant l'été 1911, la plaque en fonte qui ferme le regard du réservoir avait été enlevée par certains individus peu

scrupuleux, qui avaient poussé leur audace inconsciente jusqu'à polluer les eaux du réservoir.

Signalons, pour terminer, une épidémie, bénigne toutefois, de fièvre typhoïde, qui sévit à Estagel depuis le mois d'août dernier. Depuis cette époque, une dizaine de cas se sont produits.

Cette épidémie semble venir confirmer les résultats des recherches auxquelles nous nous sommes livrés.

Pour obvier à un état de choses si préjudiciable pour la santé publique, il serait à désirer que l'Administration municipale mette à l'étude un projet d'alimentation comme l'ont fait les communes voisines.

CHAPITRE VI

LES EAUX D'ALIMENTATION DE TAUTAVEL

I

Alimentation actuelle. — La commune de Tautavel est constituée par une agglomération de 1.200 habitants environ. Elle se trouve sur la rive gauche du Verdouble et est construite en amphithéâtre sur le bas de la pente montagneuse que dominent les ruines de l'ancien château de Tautavel.

Les habitants de Tautavel s'alimentent en eau potable au moyen de puits disséminés dans le village. Ces puits sont creusés dans la couche argileuse formant le sous-sol par-dessus les amas calcaires constituant les montagnes environnantes.

Ces puits sont au nombre de cinq :

1° Le puits de la Place, ayant 8 mètres de profondeur ;

2° Le puits de l'Abreuvoir, 5 mètres ;

3° Le puits de l'Amour, 6 mètres ;

4° Le puits de la fontaine Roch, 3 mètres ;

5° Le puits de l'Union, 4 mètres.

Les deux premiers de ces puits sont situés sur la place publique, les trois autres sont dans les rues de la localité.

Chaque puits alimente une pompe à bras.

Les puits de la Place et de la fontaine Roch sont très anciens ; nous n'avons pas pu retrouver l'époque de leur forage. Le puits de l'Amour a été creusé en 1885 et celui de l'Abreuvoir en 1888. Le plus récent de tous est celui de l'Union, qui ne date que de 1908.

Les eaux de ces divers puits sont réputées dures ; la population ne les utilise pour la cuisson des légumes qu'après légère addition de bicarbonate de soude.

II

ANALYSES

Voici les résultats des analyses des eaux d'alimentation de Tautavel. Tous les échantillons ont été prélevés le 17 mars 1911. La température de ces eaux variait de 11° à 12° centigrades, la température extérieure étant de 18°.

I. — Analyse de l'eau de la fontaine de l'Abreuvoir

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°.	1273
— au rouge.	1080
Perte au rouge.	193
Chlorures (en Cl)	161
Silice (SiO^2).	6
Fer et alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	2
Ammoniaque.	Présence
Nitrites	Néant
Nitrates (en AzO^3K)	256
Chaux (en CaO).	304
Magnésie (en MgO).	52
Acide sulfurique (en SO^3).	2[illegible]2
Matières organiques (exprimées en O)	0,9
Degré hydrotimétrique total	65°
— — permanent	30°
— alcalimétrique en SO^4H^2	285
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu

NaCl.	264
SO^4Ca.	343,40
$(AzO^3)^2Ca$	207,36

(CO^3) Ca	166,30
(CO^3) Mg	109,2
$Si\,O^2$	6
$Fe^2O^3 + Al^2\,O^3$	2

Examen bactériologique

Eau limpide avec de nombreuses particules en suspension.

Germes aérobies par cmc	792
Date de la numération	12e jour

La recherche du coli-bacille a donné des résultats positifs dans 20 cc. d'eau.

Conclusions : Eau très riche en matières minérales. Sa teneur très élevée en sulfates et surtout en nitrates et chlorures, en fait une eau suspecte au point de vue chimique.

Le grand nombre de bactéries qu'elle contient et la présence du coli-bacille doivent absolument la faire rejeter.

II. — Eau de la fontaine de l'Amour

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	583
— au rouge	545
Perte au rouge	38
Chlorures (en Cl)	49
Silice ($Si\,O^2$)	4
Fer et alumine ($Fe^2\,O^3 + Al^2\,O^3$)	1
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant
Nitrates (en $AzO^3\,K$)	48
Chaux (en CaO)	190
Magnésie (en MgO)	40
Acide sulfurique (en SO^3)	135

Matières organiques (exprimées en O)	0,7
Degré hydrotimétrique total	43°
— — permanent	24°
— alcalimétrique en SO^4H^2	240
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu

NaCl	81
SO^4Ca	229
$(AzO^3)^2Ca$	39
CO^3Ca	144
CO^3Mg	84
SiO^2	4
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	1

Examen bactériologique

Eau très limpide.

Germes aérobies par cmc	635
Date de la numération	12e jour

La recherche du coli-bacille a donné des résultats négatifs.

Conclusions : Cette eau, moins chargée que la précédente en principes minéraux, doit être, malgré l'absence du coli-bacille, suspectée par sa teneur élevée en chlorures et nitrates.

III. — Eau du puits de la place de la Mairie

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	430
— au rouge	362
Perte au rouge	68
Chlorures (en Cl)	17
Silice (SiO^2)	4

Fer et alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O_3$)	1
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant
Nitrates (en AzO^3K)	9,6
Chaux (en Ca O)	144
Magnésie (en MgO)	29
Acide sulfurique (en SO^3)	97,4
Matières organiques (exprimées en O)	0,4
Degré hydrotimétrique total	32°
— — permanent	17°
Degré alcalimétrique (en SO^4H^2)	200
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu

Na Cl	29
SO^4Ca	165
$(AzO^3)^2Ca$	8
CO^3Ca	132
CO^3Mg	61
$Si\ O^2$	4
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	1

Examen bactériologique

Eau très limpide.

Germes aérobies par cmc	392
Date de la numération	18e jour

La recherche du coli-bacille n'a pas donné de résultats positifs.

Conclusions : Malgré sa teneur en sulfate de chaux, on peut classer cette eau parmi les eaux de bonne qualité.

IV. — Eau de la fontaine Roch

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	727
— au rouge	626
Perte au rouge	101

Chlorures (en Cl)	54
Silice (SiO^2)	2
Fer et Alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	1,5
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant
Nitrates (en AzO^3K)	57
Chaux (en CaO)	219
Magnésie (en MgO)	48
Acide sulfurique (en SO^3)	150
Matières organiques (exprimées en O)	0,8
Degré hydrotimétrique total	49°
— — permanent	29°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	272
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu

NaCl	89
SO^4Ca	255
$(AzO^3)^2Ca$	47
CO^3Ca	175
CO^3Mg	101
SiO^2	2
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	1,5

Examen bactériologique.

Eau limpide avec quelques particules en suspension.

Germes aérobies par cmc	251
Date de la numération	20e jour

La recherche du coli-bacille a donné des résultats négatifs.

Conclusions : Eau séléniteuse, trop chargée en chlorures et nitrates. Cette eau est bonne au point de vue bactériologique.

V. Eau du puits de l'Union

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	497
— au rouge	440
Perte au rouge	57
Chlorures (en Cl)	26
Silice ($Si O^2$)	3
Fer et Alumine ($Fe^2 O^3 + Al^2 O^3$)	1
Ammoniaque	Néant
Nitrites	Néant
Nitrates en ($Az O^3 K$)	9,6
Chaux (en Ca O)	178
Magnésie (en Mg O)	35,5
Acide sulfurique (en SO^3)	114,6
Matières organiques (exprimées en O)	0,3
Degré hydrotimétrique total	39°
— — permanent	20°
Degré alcalimétrique en $SO^4 H^2$	255
Phosphates	Néant

Composition probable du résidu

Na Cl	43
$SO^4 Ca$	195
($Az O^3$ ^2Ca	8
(CO^3) Ca	169
(CO^3) Mg	74
$Si O^2$	3
$Fe^2 O^3 + Al^2 O^3$	1

Examen bactériologique

Eau limpide.

Germes aérobies par cmc. 573

Date de la numération . . . . . 14e jour

Présence du coli-bacille dans 10 cmc. d'eau.

Conclusions : La présence d'une forte quantité de coli-bacilles doit faire classer cette eau dans les eaux dangereuses à consommer.

Considérations général s sur les eaux d'alimentation de Tautavel

Les eaux d'alimentation de Tautavel doivent être classées, d'une façon générale, parmi les eaux séléniteuses. La teneur élevée en chlorures et nitrates de certaines de ces eaux indique que les puits sont en communication directe avec les eaux de surface, entraînant avec elles les eaux ménagères et résiduelles qui, le plus souvent, sont jetées à la rue.

La présence du coli-bacille dans certaines de ces eaux est de même origine.

Aussi nous n'étonnerons personne en annonçant que les cas de fièvre thyphoïde ne sont pas rares à Tautavel.

Il est à souhaiter, comme nous le disions pour Estagel, que l'Administration municipale se mette à la recherche d'une eau moins chargée en sels minéraux et plus pure au point de vue bactériologique et, en cas de succès, qu'elle la capte pour les besoins de la population.

DEUXIEME PARTIE

ETUDE SPÉCIALE

SUR

LA SOURCE SALINE DE FORADADE

AVANT PROPOS

La région des Pyrénées Orientales, dit Soubeyran dans son ouvrage *Les Pyrénées-Orientales et leur hydrologie*, est riche en eaux minérales de diverses sortes, et quelques-unes de ces eaux jouissent d'une réputation justement méritée ; mais il y a des efforts à faire pour leur donner la notoriété qu'elles méritent et le Roussillonnais devra ne pas oublier ce que Fisher disait avec tant de raison : « Si donc les eaux minérales de France et surtout du Midi étaient bien connues et bien exploitées, l'Europe entière leur fournirait le plus vaste tribut de visiteurs désireux de se guérir ou d'acquérir une santé solide. »

C'est à ce titre de Roussillonnais que nous avons entrepris l'étude des eaux de la source saline de Foradade.

Ces eaux jouissent auprès des populations avoisinantes d'un grande réputation curative et nombreux sont les malades qui ont recours à leurs propriétés.

SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET ETUDE GÉOLOGIQUE DE FORADADE

La source de Tautavel, dite de Foradade, située à proximité du mas du même nom, doit son nom à sa position répondant à une échancrure de la montagne (Foradade en catalan, signifiant roche percée).

Cette échancrure, formée dans la partie orientale du sud des Corbières, sert de voie de communication et est suivie par la route conduisant d'Estagel et de Tautavel à Paziols.

La source se trouve à 3 kilomètres environ de Tautavel et à 7 kilom. 500 d'Estagel, à quelques mètres à peine du point de jonction de la route de Tautavel à Tuchan et de la nouvelle route, dite route de Las Bourguéras, allant d'Estagel à cette même commune.

L'étude géologique du terrain qui nous intéresse se rattache par de nombreux points à celle de la partie de la vallée de l'Agly comprise entre Saint-Paul-de-Fenouillet, Estagel et Tautavel et formant la vallée de la rivière de Maury.

Cette vallée, dirigée de l'Ouest à l'Est, se trouve comprise entre deux murailles parallèles d'assises jurassiques et son lit est formé de schistes aptiens.

C'est dans la chaîne située au Nord que se trouve la fontaine de Foradade. Cette chaîne contient un étage de calcaire compact continu, partant du plateau de Saint-

Paul-de-Fenouillet et de Quiribus jusque vers Paziols. Il ne présente rien de spécial, si ce n'est que sa couleur devient plus claire, que les horizons marneux ont complètement disparu et que les fossiles, notamment les Toucasia, sont très abondants, mais à l'état de moules ou même de coupes absolument indéterminées.

Le synclinal de Maury est dirigé d'abord Ouest-Est à partir du lieu dit « La Coume del Rey » ; il s'incline ensuite au Nord-Est et est aussi déversé au Nord. A partir du mas de Foradade, ce synclinal se divise en deux par l'apparition d'un pli anticlinal urgo-aptien, dirigé vers Vingrau et légèrement déversé vers le Sud ; celui du Nord, ou de Cabrils, n'accuse aucun renversement (Mengel).

L'axe de l'anti-clinal de Foradade est constitué par du calcaire aptien entre deux bandes albiennes.

A quelles causes doit-on attribuer la minéralisation des eaux de la source de Foradade ?

D'après le professeur Soubeyran (1), les eaux minérales des Corbières doivent leur minéralisation à la présence de l'ophite, roche basique de couleur verte avec diallage, labrador et augite, d'origine volcanique.

« Il existe, dit-il, entre Quillan et Leucate une ligne d'affleurement de l'Ophite à laquelle serait due la minéralisation des eaux sulfatées calciques de la Fou (Saint-Paul de Fenouillet), sulfatées calciques et magnésiennes de Foradade. N'y aurait-il pas, se demande-t-il, connexion entre la richesse en magnésie de ces eaux et la présence du sulfate de magnésie au milieu des gypses métamorphiques de Fitou (Aude). Quant aux sources chlorurées de Salses (Font Estrémié et Font Madame, elles sont en relation directe avec l'Ophite, et

(1) Soubeyran. Etude géologique du département des Pyrénées-Orientales.

la présence d'une proportion notable de magnésie pourrait en faire les intermédiaires entre les eaux de la vallée de l'Agly et les dépôts de Fitou. »

D'un autre côté, la présence d'un pli synclinal à Foradade pourrait expliquer aussi cette minéralisation.

Il arrive souvent, en effet, que des roches, soit cristallines, soit schisteuses, très épaisses ou fortement redressées et plongeant bas dans l'écorce terrestre, recueillent des eaux, même très froides, dans leurs fissures d'affleurements ; n'étant point interrompues par des intercalations de terrains imperméables, ces fissures conduisent les infiltrations si profondément dans le sol qu'elles y atteignent de hautes températures. Alors la tension de vapeur d'eau, ou parfois même un synclinal fera remonter l'eau réchauffée à contre-pente le long des couches symétriques de l'autre côté du plissement, jusqu'à un point d'émergence qui sera le griffon d'une source minérale. C'est là un mécanisme analogue à celui du thermo-syphon.

Ces considérations, développées par de Launay, en particulier, ont une valeur certaine ; cet auteur reconnaît que les sources thermominérales se groupent sur le trajet des grandes lignes de fracture de l'écorce terrestre, comme d'ailleurs les filons métallifères, mais il prétend que la plus grande partie sont d'origine artésienne et n'admet l'origine interne que dans de très rares exceptions.

HISTORIQUE

Bien que les eaux de Foradade n'aient jamais été exploitées pour les besoins de la thérapeutique, ses vertus curatives sont connues et utilisées par les populations des environs.

Les malades de la région les emploient depuis fort longtemps pour combattre la constipation, pour soigner certaines affections du tube digestif et les maladies de la peau, qui en sont souvent les conséquences.

Ces eaux sont employées en boissons et en bains.

Dans son traité sur les eaux minérales des Pyrénées-Orientales, publié en 1833, Anglada, doyen de la Faculté des sciences de Montpellier, en parle en ces termes :

« La source de Foradade est fréquentée par quelques malades, dans le printemps, mais surtout vers la fin de l'automne. Je lui dois moi-même quelque reconnaissance et, quoique le bienfait date des années de mon adolescence, le souvenir de ce qu'elle fit pour moi ne s'est point affaibli. Lorsque je me rendis sur les lieux, dans l'intention d'étudier la nature de ses eaux, j'avoue que je l'abordais avec un sentiment marqué de prédilection : c'était une ancienne connaissance que je revoyais. Lui payai-je ce tribut parce qu'elle m'avait fait quelque bien autrefois, ou serait-ce qu'elle réveillait en moi quelque souvenir agréable d'un autre âge ? L'un et l'autre à ce que je pense ; les deux causes peuvent y avoir une part commune.

» Les eaux de Foradade sont prises à jeun par verrées, et l'on est porté à juger du bon effet qu'elles doivent produire par l'efficacité purgative qu'elles manifestent. C'est là que j'ai vu souvent des buveurs faire des tours de force et prendre plus de soixante verrées de

cette eau dans la matinée, prétendant, sans doute, que les vertus d'un médicament pris à petite dose doivent croître en raison même de la multiplication que ces doses subissent ; préjugé fâcheux, trop communément accrédité parmi les buveurs d'eaux minérales, et qui ne peut que dénaturer leurs effets, amener la fatigue des organes digestifs et exposer à des dyspepsies plus ou moins rebelles. »

Anglada fait suivre cet exposé de l'étude que voici :

Signalement physique

« L'eau de cette source coule avec une certaine abondance et forme un petit ruisseau ; elle est d'une parfaite limpidité, sans odeur ; d'une saveur sensiblement amère ; d'une température de 20° C, celle de l'air ambiant étant de 13°,5. Elle ne laisse apercevoir ni dégagement bulleux à son bouillon, ni dépôt ou sédiment le long de ses canaux. »

Analyse d'indication

1° **Effets produits par les réactifs ou phénomènes indicateurs :**

« a) *Teinture de tournesol. Sirop de violettes.* — Ces deux réactifs de coloration ne subissent aucun changement de nuance.

b) *Ammoniaque.* — Manifestation d'un nuage blanc.

c) *Eau de Chaux.* — Elle décide un précipité blanc, sensiblement plus copieux que l'essai précédent.

d) *Potasse caustique.* — Nuage blanc très prononcé, prenant promptement l'aspect floconneux.

e) *Eau de Baryte.* — Le précipité blanc qui se forme est bien plus abondant que dans les essais précédents.

f) *Carbonate de soude.* — On obtient une précipitation sensiblement plus abondante que celles qui sont l'ouvrage de la potasse, de l'eau de chaux et de l'ammoniaque.

g) *Hydrochlorite de Baryte.* — Précipité blanc copieux, moindre cependant que celui de l'essai *e*.

h) *Oxalate d'ammoniaque.* — Précipité blanc abondant. Celui que donne le suroxalate de potasse n'est ni prompt à paraître, ni si copieux.

i) *Nitrate d'Argent.* — Nuage blanc léger.

j) *Hydrochlorate de Magnésie.* — Sans effet.

2° **Indications, ou conséquences des phénomènes indicateurs**

En rapprochant les effets des réactifs dans cette rapide analyse, on voit se dessiner la nature de cette eau comme décidément saline,

contenant des sels calcaires et des sels magnésiens, principalement sous forme de sulfates, mais très peu d'hydrochlorate.

Les effets de *a* se joignent au caractère de la saveur, éloignent l'idée du concours de l'acide carbonique, et justifient l'absence des carbonates terreux.

Les sels magnésiens y abondent; les essais *b*, *c* ne laissent aucune indécision sur ce point.

Ceux à base de chaux y sont également dans de notables proportions. L'essai *h* est décisif à cet égard.

Tandis que l'essai *g* annonce de grandes proportions de sulfates, l'expérience *i* n'établit la présence des hydrochlorates que dans de faibles rapports.

On est donc en droit de considérer l'eau minérale de Tautavel comme une eau saline contenant :

Du sulfate de chaux . . . . Du sulfate de magnésie . . .	En quantité notable.
De l'hydrochlorate de magnésie. Ou de l'hydrochlorate de soude.	En petites proportions.

Le trait le plus caractéristique de cette analyse est sans contredit cette opposition entre les proportions de sulfates et d'hydrochlorates. La différence est surtout tranchée, si l'on compare cette eau à l'eau saline de Salces, où les hydrochlorates dominent d'une manière assez notable pour qu'on puisse en déduire que les eaux ont dû parcourir des terrains salés d'origine sous-marine et dont les matériaux sont de nature à agir bien plus activement sur l'économie vivante.

Si, partant de cette distinction, je voulais caractériser, en les dénommant, ces deux espèces d'eaux salines, j'appelerais les eaux de Salses eaux salines hydrochloratées alcalino-terreuses, et celles de Foradade eaux salines sulfatées terreuses, en prenant pour base de la désignation, dans les deux cas, les ingrédients prédominant par leur quantité ou leur influence.»

Bien plus récemment, notre regretté confrère, M. Daudiès-Pams, dans sa thèse sur l'*Etude géologique et hydrologique du bassin de l'Agly*, donne des eaux de Foradade l'analyse suivante :

T. air	T. eau	$CaO.2CO^2$	$MgO.2CO^2$	SO^4Ca	SO^4Mg	$MgCl^2$	Sels alcalins	Résidu fixe
7°	26°[1]	0 g. 025	0 g. 083	1 g. 400	0 g. 020	0 g. 045	0 g. 210	2 g. 320

Ce sont là tous les travaux, toutes les études que nous avons pu recueillir concernant la source de Foradade.

Bien que l'on puisse dire que l'eau de Foradade, comme les peuples heureux, n'a pas d'histoire, elle n'en a pas moins été sacrée eau purgative et classée comme eau saline sulfatée terreuse par le professeur Anglada.

CONSIDÉRATIONS SUR LES SOURCES ÉTUDIÉES

Le point d'émergence des eaux de Foradade a souvent varié. Anglada signale déjà cette particularité dans son étude sur ces eaux.

Depuis lors, d'autres changements ont été apportés intéressant le point où ces eaux arrivent à la surface du sol.

Il y a une dizaine d'années, lors de la construction de la route d'Estagel à Paziols, les eaux de Foradade furent captées par un drainage passant sous la chaussée et amenées ainsi par une canalisation jusqu'à un tuyau d'échappement sortant du mur de soutènement de la route, d'où elles peuvent, après avoir traversé une sorte de réservoir, se déverser librement dans le ravin dit du Fenouil. Ce ravin coule parallèlement à la route et se trouve dans la partie inférieure de la montagne.

La captation indiquée ci-dessus ayant été faite dans de mauvaises conditions, on n'arriva pas à capter la totalité des eaux. Aussi existe-t-il, à côté de la première émergence, une deuxième source, dont le débit est de beaucoup plus faible, mais la thermalité plus élevée.

Cette deuxième source est considérée par les buveurs d'eau fréquentant Foradade comme la plus active, la première étant suspectée de recevoir les eaux de surface d'origine météorique.

Nous avons, à diverses époques de l'année, fait des observations concernant la température de ces deux sources. Les résultats obtenus ont toujours été pareils. En voici l'exposé :

1° Observations faites le 19 décembre 1909 :

Température de l'air à l'ombre.....	11°
— l'eau du ravin	8°
— la source à grand débit.....	22°5
— la source à petit débit.....	25°

2° Observations faites le 25 février 1910 :

Température de l'air à l'ombre.....	7°
— l'eau du ravin	7°5
— la source à grand débit.....	22°5
— la source à petit débit.....	25°

3° Observations faites le 1er juin 1910 :

Température de l'air à l'ombre	18°5
— l'eau du ravin	14°
— la source à grand débit.....	22°5
— la source à petit débit.....	25°

4° Observations faites le 20 octobre 1911 :

Température de l'air à l'ombre.....	17°
— l'eau du ravin	12°
— la source à grand débit.....	22°5
— la source à petit débit.....	25°

Cette dernière observation a été faite après une période de fortes pluies.

Nous avons aussi procédé au jaugeâge du débit des deux sources. Le premier des jaugeâges a été fait après une longue période sans pluies, le deuxième après des pluies abondantes.

Le mesurage a été fait au décalitre et au chronomètre à la seconde. Plusieurs mesurages successifs ont été faits et la moyenne en a été prise.

Voici les résultats obtenus :

1° Débit au 1er juin 1910.

Source à grand débit : 120 litres à la minute, soit 1728 hectos en 24 heures.

Source à petit débit : 10 litres à la minute, soit 144 hectos en 24 heures.

2° Débit du 20 octobre 1911.

Source à grand débit : 128 litres à la minute, soit 1.843 hectos en 24 heures.

Source à petit débit : 11 litres à la minute, soit 158 hectos en 24 heures.

D'après les renseignements recueillis auprès de M. Coste, régisseur au mas de Foradade depuis plus de trente ans, le débit de ces sources est toujours sensiblement constant, aussi bien pendant les plus grandes sécheresses qu'après les pluies les plus abondantes.

Les observations de M. Coste concordent bien avec les opérations de mesurage que nous avons effectuées.

CARACTÈRES PHYSIQUES

Les eaux de Foradade sont incolores, d'une limpidité parfaite et sans odeur.

Leur densité est légèrement supérieure à celle de l'eau distillée.

Par leur température, ces eaux doivent être classées parmi les eaux thermales tièdes.

Leur saveur n'est pas désagréable ; d'abord douceâtres, elles laissent, lorsqu'on les a bues, un arrière-goût légèrement amer.

Elles ne laissent pas échapper d'émanations gazeuzes et ne laissent pas de dépôt sur leur parcours.

ANALYSE CHIMIQUE

I. Essais préliminaires. — Les essais préliminaires effectués à la source même ont été faits d'après les procédés classiques que l'on suit pour l'analyse qualitative des eaux.

Ces essais nous ont révélé, dans les eaux de Foradade, la présence des éléments suivants :

Acides carbonique, sulfurique, nitrique et chlorhydrique, chaux, magnésie, soude, potasse, fer, alumine et silice.

II. Analyse quantitative. — Cette analyse a été faite sur des échantillons prélevés le 31 mai 1910.

La méthode que nous avons suivie se rapportant par beaucoup de points à celle que nous avons appliquée pour les analyses d'eaux potables que nous avons mentionnées plus haut, nous renverrons à celle-ci toutes les fois que nous serons en présence de procédés de dosages déjà cités.

Prise d'échantillons. — Les prélèvements d'échantillons ont été faits à l'aide de bonbonnes de 25 litres, lavées comme nous l'avons indiqué et rincées plusieurs fois avec de l'eau à prélever. Nous avons rempli en même temps des flacons de un litre contenant un excès de chlorure baryum ammoniacal. Ces flacons, qui avaient été préalablement tarés, serviront au dosage de l'acide carbonique total.

Résidu fixe à 180°. . . . . }
Résidu au rouge. . . . . }
Perte au rouge. . . . . }
Dosage du chlore. . . . . }
Dosage de la silice . . . . . }
Dosage du fer et de l'alumine. . . }
Dosage des matières organiques. . } (Voir les procédés employés
Recherche de l'ammoniaque . . . . } dans l'analyse des eaux
Recherche des nitrites . . . . . } potables).
Dosage des nitrates. . . . . }
Dosage de la chaux. . . . . }
Dosage de la magnésie. . . . . }
Dosage de l'acide sulfurique. . . . }
Degré hydrotimétrique total . . . . }
— — permanent. }
Degré alcalimétrique . . . . . }

Dosage des alcalis (potasse et soude). — Un litre d'eau à analyser est évaporée au cinquième environ, après l'avoir légèrement acidulée par HCl. Tous les métaux autres que les alcalins sont précipités par l'eau de baryte à chaud. On se débarrasse de l'excès de baryte en la précipitant par le carbonate d'ammoniaque. On filtre, on évapore à siccité dans une capsule en platine, on calcine légèrement et on obtient un résidu que l'on pèse.

Ce résidu est formé de KCl + NaCl.

Séparation du potassium et du sodium. – Elle a été faite en précipitant le chlorure de potassium à l'état de chloroplatinate de potasse au moyen d'une solution de chlorure de platine en excès. On évapore presque à siccité et on lave le résidu à l'alcool à 80° qui dissout le chlorure de platine en excès et le choroplatinate de soude formé. Le chloroplatinate de potasse est recueilli sur un filtre, lavé à l'alcool, puis dissous dans de l'eau bouillante. Cette solution est évaporée, le résidu séché à 130°, puis calciné et pesé.

Le poids du chlorure double de platine et de potassium donne le poids du chlorure de potassium.

La différence de ce poids avec le poids total du KCl + NaCl, trouvé plus haut, donne le poids du NaCl.

Du poids de ces chlorures, on déduit la proportion de K^2O et Na^2O.

Dosage de l'acide carbonique

1° **Acide carbonique total :** On utilise pour ce dosage les flacons dans lesquels on avait mis un excès de chlorure de baryum ammoniacal avant de les remplir.

Ces flacons, qu'on avait eu la précaution de boucher hermétiquement, sont conservés au repos pendant plusieurs jours. On décante, ou mieux, on siphonne le liquide surnageant et on filtre rapidement pour obtenir le précipité barytique. On lave ce précipité avec de l'eau distillée privée de CO^2 par l'ébullition et additionnée d'ammoniaque. On dessèche pendant une heure à l'étuve à 120° et on dose l'acide carbonique par perte à l'aide de l'appareil Bunsen.

On a ainsi le poids d'acide carbonique total formé des poids de CO^2 libre et de CO^2 combiné.

2° **Acide carbonique combiné :** On évapore à siccité 1000 cc. d'eau. On dessèche le résidu à 120° et l'on dose CO^2 par perte comme précédemment.

La différence de poids entre l'acide carbonique total et l'acide combiné donne le poids d'acide carbonique libre ou dissous.

Dosage des gaz dissous dans l'eau. — On prend un ballon en verre d'un litre environ ; on le munit d'un bon bouchon livrant passage à un tube à dégagement qui affleure

l'extrémité inférieure du bouchon et se rend dans la cuve à eau.

On mesure le volume du ballon et du tube. On remplit le tout de l'eau à analyser en ayant soin de ne laisser interposer aucune bulle d'air. On place une éprouvette graduée sur l'extrémité libre du tube.

On chauffe doucement le ballon jusqu'à l'ébullition, que l'on maintient jusqu'à ce que le volume de gaz cesse d'augmenter dans l'éprouvette et que le dégagement se fasse à l'intérieur de la cloche avec un bruit métallique. On débouche le flacon et on éteint le feu.

La lecture du volume gazeux faite avec les précautions d'usage donne la totalité des gaz contenus dans le volume d'eau employé. On fait les corrections de pression et de tension de la vapeur d'eau et on ramène au volume du litre.

On a ainsi le volume total des gaz contenus dans un litre d'eau.

Volume de l'acide carbonique : L'éprouvette est portée sur la cuve à mercure. On fait arriver sous la cloche une solution de potasse caustique qui absorbe CO^2. La diminution de volume donne le volume de CO^2, qu'on ramène au litre.

Volume de l'oxygène : On fait absorber l'oxygène de l'éprouvette par une solution d'acide pyrogallique. La diminution du volume donne le volume d'O absorbé.

Le gaz restant dans l'éprouvette donne le **volume de l'azote.**

RÉSULTATS DES ANALYSES

Dans le tableau qui suit, la source n° 1 représente la source à petit débit, et la source n° 2 celle à grand débit.

Tableau I

ÉLÉMENTS TROUVÉS	SOURCE N° 1	SOURCE N° 2
Résidu fixe à 180°	1754	1629
— au rouge	1655	1542
Perte au rouge	99	87
Chlorures (en Cl)	12	11,5
Silice (SiO^2)	79	72
Fer et Alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	4,5	4,5
Potasse (en K^2O)	1	1
Soude (en Na^2O)	19,5	19,2
Ammoniaque	Néant	Néant
Nitrites	Néant	Néant
Nitrates (en AzO^3K)	2	2
Chaux (en CaO)	469	458
Magnésie (en MgO)	129	120
Acide sulfurique (en SO^3)	853	809
Matières organiques (exprimées en O)	1.3	0 6
Degré hydrotimétrique total	110°	104°
— — permanent	97°	94°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	180	176
Acide carbonique total (en CO^2)	250	267
— — combiné (en CO^2)	73	79
Volume total des gaz dissous	39cc	37cc
— de l'oxygène	9cc,5	9cc
— de l'acide carbonique	18cc	17cc
— de l'azote	11cc,5	11cc

En groupant ces divers éléments d'après leur affinité relative, on obtient le groupement hypothétique suivant :

Tableau II. — Groupement hypothétique

1000 cc d'eau minérale contiennent	Source n° 1	Source n° 2
Chlorure de potassium	1,71	1,71
Chlorure de sodium	18,10	17,32
Sulfate de magnésie	387,00	360,00
Sulfate de chaux	1011,50	967,30
Nitrate de calcium	1,62	1,62
Bicarbonate de chaux	159,07	181,21
Silice	79,00	72,00
Fer et alumine	4,50	4,50
Matieres organiques	1,3	0,6
Volume total des gaz dissous	39cc	37cc
— de l'oxygène	9cc5	9cc
— de l'acide carbonique	18cc	17cc
— de l'azote	11cc5	11cc

En supposant les sels hydratés, la constitution chimique de chaque source deviendra la suivante :

Tableau III. — Groupement hypothétique, en supposant les sels hydratés

1000cc d'eau minérale contiennent	source n° 1	source n° 2
Chlorure de potassium (KCl)	1,71	1,71
Chlorure de sodium (Na Cl)	18,10	17,32
Sulfate de Magnésie ($SO^4Mg.7\,H^2O$)	828,18	770,40
Sulfate de chaux ($SO^4Ca.2\,H^2O$)	1274,49	1218,79
Nitrate de calcium ($[AzO^3]^2\,Ca.4\,H^2O$)	2,316	2,316
Bicarbonate de chaux ($[CO^3]^2\,Ca\,H^2$)	159,07	181,21
Silice ($Si\,O^2$)	79,00	72,00
Fer et alumine ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$)	4,50	4,50
Matières organiques	1,3	0,6
Volume total des gaz dissous	39cc	37cc
— de l'oxygène	9cc5	9cc
— de l'acide carbonique	18cc	17cc
— de l'azote	11cc5	11cc
Minéralisation totale	2268,666	2268,846

Comment devons-nous envisager la minéralisation des eaux de Foradade ?

D'après les résultats de nos analyses, nous devons les classer, par leur richesse en sulfate de chaux et en sulfate de magnésie, dans le groupe des eaux sulfatées calciques et magnésiennes.

Leur origine triasique, au point de vue géologique, et leur composition minérale les rapprochent beaucoup de leur voisine du pont de La Fou (Saint-Paul-de-Fenouillet), bien que celle-ci soit moins riche en sulfate de magnésie (0 gr. 280 environ par litre).

Elles sont, pour les mêmes raisons, comparables à certaines eaux du bassin des Pyrénées, Bagnères-de-Bigorre, Capvern, Barbazan, Audinac, etc., etc. et celles de la plaine de Lorraine : Contrexéville, Vittel et Martigny.

Si nous faisons un parallèle entre l'essai qualitatif donné par Anglada et nos résultats d'analyses, nous constatons que nous arrivons aux mêmes conclusions.

Les résultats de l'analyse donnée par M. Daudiès-Pams sont moins comparables. Si les proportions en sulfate de chaux sont sensiblement pareilles, celles en sulfate de magnésie sont bien plus faibles, mais cela provient simplement d'une interprétation différente du groupement hypothétique des principes trouvés.

Nous pouvons conclure en disant que depuis les travaux d'Anglada, la minéralisation des eaux de Foradade n'a pas sensiblement changé.

CONCLUSIONS GENERALES

I. — Par leur origine géologique différente et par leur minéralisation, nous pouvons classer, les diverses eaux dont nous venons de terminer l'étude, en quatre groupes :

a) Groupe des eaux à faible minéralisation provenant de terrains anciens et comprenant les eaux d'alimentation de Montner.

b) Groupe des eaux peu riches en sulfate de chaux provenant de terrains calcaires, comprenant la source captée dans le ruisseau de la Grave qui alimente une partie d'Estagel.

c) Groupe des eaux riches en sulfate de chaux provenant de terrains calcaires. Ce groupe, qui est le plus important, comprend les eaux du bassin de l'Agly qui alimentent Latour-de-France et Estagel et celles du bassin du Verdouble qui alimentent Tautavel.

d) Groupe des eaux chargées en sulfate de chaux et sulfate de magnésie, d'origine triasique, comprenant les eaux minérales de Foradade.

II. — Nous avons vu que certaines des communes dont nous venons d'étudier les eaux d'alimentation étaient ou allaient être pourvues d'eaux répondant à toutes les conditions exigées par les règles de la plus élémentaire

hygiène, c'est-à-dire dépourvues de germes nocifs et protégées contre toute contamination possible. Nous avons cité Montner et Latour-de-France.

III. — Il n'en est malheureusement pas de même pour les eaux qui se consomment journellement à Estagel et à Tautavel.

Les analyses chimiques et bactériologiques que nous avons effectuées ont montré la pollution de certaines d'entre elles par des infiltrations entraînant des eaux résiduelles et même parfois des matières fécales.

Les cas de fièvre typhoïde que nous avons signalés viennent d'ailleurs à l'appui de nos résultats.

Nous croyons faire œuvre utile en signalant l'impureté de ces eaux aux pouvoirs publics et en leur criant bien haut que leur consommation journalière est un danger permanent pour la santé publique.

Un seul devoir s'impose : la recherche de sources d'eaux pures de toute souillure, leur captation et leur utilisation pour la consommation.

En attendant cette solution, il est de toute nécessité de prendre les mesures d'hygiène suivantes : suppression du tout à la rue, suppression des écuries et des dépôts de fumiers à proximité des fontaines publiques, afin d'établir une zone de protection autour de chacune d'elles et de pallier dans la mesure du possible à un état sanitaire défectueux.

IV. — Quant aux eaux de Foradade, nous dirons que si la station thermale du Boulou (Pyrénées-Orientales) est appelée à juste titre le Vichy du Midi, nous pourrions appeler aussi Foradade le Vittel des Pyrénées-Orientales. La composition chimique de leurs eaux et même leurs propriétés les rendent en tous points comparables.

Nous espérons que dans un avenir prochain, leurs propriétés thérapeutiques, depuis si longtemps appréciées par les populations environnantes, seront utilisées par le corps médical et qu'un établissement de premier ordre se dressera sur les pentes abritées des derniers contreforts des Corbières, pour la plus grande prospérité du pays et le soulagement de ceux qui souffrent.

BIBLIOGRAPHIE

1 Anglada. — Traité des eaux minérales et des établissements thermaux du département des Pyrénées-Orientales (1833).

2. — *Archives de la mairie d'Estagel.*

3. — *Archives de la mairie de Latour-de-France.*

4. — *Archives de la mairie de Montner.*

5. — *Archives de la mairie de Tautavel.*

6. — *Archives de la Préfecture des Pyrénées-Orientales.*

7. Astruc (A.). — Origine et activité thérapeutique des eaux minérales (1911).

8. Baucher (F.). — Analyse chimique et bactériologique des eaux potables.

9. Dr Besson. — Technique microbiologique et sérothérapique (5e édition).

10. Bonjean (Ed.). — Bulletin des sciences pharmacologiques (tome XVIII, 13e année, nos 3 et 4). Les eaux d'alimentation publique. Observations générales sur leur rôle épidémiologique. Leur choix. Etat actuel de l'épuration.

11. Bouchardat. — Traité d'Hygiène.

12. Carez. — Ministère des Travaux publics : Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France. La géologie des Pyrénées Françaises. Fascicule V. Feuille de Prades, Quillan, Carcassonne, avec la collaboration de M. Bresson pour la région primaire des Corbières et de M. Mengel pour la coupe générale de la feuille de Prades.

13. Daudiès-Pams (Th.). — Etude géologique et hydrologique du bassin de l'Agly. Thèse de Paris.
14. Estève. - Les eaux d'alimentation de la ville de Perpignan. Thèse de Montpellier.
15. Gazanyola. — L'Histoire du Roussillon.
16. Goupil (P.) — Tableaux synoptiques pour l'analyse des eaux.
17. Jadin (F.) — Hydrologie. Minéralogie.
18. Jaubert de Passa. — Mémoire sur les cours d'eau et les canaux d'arrosage du département des Pyrénés-Orientales.
19. Launay (L. de), Martel (E.-A.), Bonjean (Ed.), et Ogier (J.). — Le Sol et l'Eau.
20. Margerie (Emm. de). — Notes sur la structure des Corbières.
21 Soubeyran. — Les Pyrénées-Orientales et leur hydrologie.
22. Tarbouriech (J.) — Technique des analyses chimiques.

Vu bon a imprimer :
Montpellier, le 5 janvier 1912
Le Président de la thèse,
F. JADIN.

Vu et approuvé :
Montpellier, le 6 janvier 1912.
Le Directeur de l'Ecole,
G. MASSOL.

Vu et permis d'imprimer :
Montpellier, le 6 janvier 1912.
Pour le Recteur :
Le Vice-Président du Conseil de l'Université,
VIGIÉ.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

AVANT-PROPOS VII

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE GÉNÉRALE DES EAUX D'ALIMENTATION DANS LE BASSIN MOYEN DE L'AGLY
(LATOUR-DE-FRANCE, MONTNER, ESTAGEL, TAUTAVEL)

INTRODUCTION : Généralité sur la composition des eaux 9

CHAPITRE PREMIER. — Etude géographique et géologique des communes de Latour-de-France, Montner, Estagel et Tautavel 15
Situation géographique 15
Etude géologique 16

CHAPITRE II. — I. Analyse chimique 21
Généralités 21
Prise et transport des échantillons 21
Détermination du résidu fixe 22
Perte au rouge 22
Dosage du chlorure 22
— de la silice 23
— du fer et de l'alumine 23
— de la chaux 23
— de la magnésie 24
Recherche de l'ammoniaque 24
— des nitrites 24
— des phosphates 24

Pages

Dosage de l'acide azotique 25
— des sulfates 25
— des matières organiques 25
Hydrotimétrie 26
Degré alcalimétrique 26

II. Analyse bactériologique 28
Généralités 28
Prélèvements 30
Ensemencements et numération 31
Recherche des bacilles suspects 32

CHAPITRE III. — Les eaux d'alimentation de Latour-de-France 34
Alimentation actuelle 34
Fontaine de la Ville 35
Fontaine du Bosquet 35
Projets d'alimentation non exécutés 36
Projet en construction 37
Description du projet en construction 39
Quantité d'eau à capter 39
Captation 39
Mode d'élévation des eaux 41
Refoulement 41
Réservoir et chambre de manœuvre 42
Distribution en ville 42
Consistance des entreprises. Mode d'exécution des travaux 43

II

ANALYSES

1° Eau de la fontaine de la Ville 44
2° Eau de la fontaine du Bosquet 45
3° Eau du puits des Ecoles 47
4° Eau du fontinal en construction 48
5° Eau de l'Agly 49
6° Analyses diverses 50
Considérations générales sur les eaux d'alimentation de Latour-de-France 52

Pages

CHAPITRE IV. — I. Les eaux d'alimentation de Montner..... 53
Mode d'alimentation en eau potable..... 54
Sources captées..... 54
Débit..... 55
Réglage..... 56
Qualité des eaux..... 56
Grand réservoir..... 56
Petit réservoir de distribution..... 57
Siphonnements..... 57
Choix du système du tuyaux..... 57
II. Analyses..... 58
Analyse d'un échantillon prélevé le 5 juillet 1910..... 58
— — le 5 octobre 1911... 59
Analyses diverses..... 60
Considérations générales sur les eaux d'alimentation de Montner..... 62

CHAPITRE V. — Les eaux d'alimentation d'Estagel..... 64
I. Alimentation actuelle..... 64
II. Analyses..... 68
1° Eau du puits de la cour des écoles..... 68
2° Eau du puits de la placette Avéros..... 69
3° Eau du puits de la rue de la Poste..... 71
4° Eau du puits de la rue Lafayette..... 72
5° Eau du puits de la placette du café de l'Avenir... 73
6° Eau du puits de l'avenue de Montner..... 75
7° Eau de la fontaine Ferréol..... 76
8° Eau de la fontaine de la place Arago..... 77
9° Eau de la borne-fontaine de l'avenue de Pézilla... 78
Considérations générales sur les eaux d'alimentation d'Estagel..... 88

CHAPITRE VI. — Les eaux d'alimentation de Tautavel..... 83
I. Alimentation actuelle..... 82
II. Analyses..... 84
1° Eau de la fontaine de l'Abreuvoir..... 84
2° Eau de la fontaine de l'Amour..... 85
3° Eau du puits de la place de la Mairie..... 86

Pages

4° Eau de la fontaine Roch 87
5° Eau du puits de l'Union..... 89
Considérations générales sur les eaux de Tautavel... 90

DEUXIÈME PARTIE

Etude spéciale sur la source saline de Foradade

Avant-Propos 93
Situation géographique et étude géologique de Foradade 93
Historique 97
Considérations sur les sources étudiées..... 101
Caractères physiques..... 104
Analyse chimique..... 105
Résultats des analyses..... 109
Conclusions générales..... 113
Bibliographie 116